ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

Vol. 12. n° 1. 1962

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (1), 5-18.

SUR L'ANALYSE DE LA VARIANCE

II. L'ADDITIVITÉ

M. RIVES

Station de Recherches de Viticulture,
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Pont-de-laMaye (Gironde)

SOMMAIRE

Cet article est la présentation en français des méthodes de calcul du critère d'additivité de TUKEY pour l'analyse de la variance.

I. — INTRODUCTION

Nous avons déjà insisté sur les conditions d'application de l'analyse de la variance (RIVES 1959). L'objet de cette note est de montrer le danger que peut présenter le non-respect de la condition d'additivité.

L'additivité est impliquée par l'équation du *modèle*, établi avant l'analyse pour rendre compte des *effets* des facteurs de variation qui sont soit introduits systématiquement sous forme de *traitements*, au sens large, soit subis, et contrôlés par un dispositif avec répétitions. Il existe cependant des cas où l'additivité n'est pas impliquée par le modèle.

Dans le cas d'un essai en blocs on écrit :

$$x_{ij} = m + t_i + r_j + e_{ij} \tag{1}$$

cela signifie qu'on considère que la donnée élémentaire ou *rendement* d'une parcelle résulte de l'addition d'un effet moyen commun à tout l'essai, d'un effet « traitement » commun à toutes les parcelles qui ont subi le même traitement, d'un effet « répétition » commun à toutes les parcelles incluses dans une même répétition. Il s'y ajoute un effet aléatoire propre à la parcelle elle-même. Les hypothèses d'indépendance et de normalité de la distribution autour d'une moyenne nulle, et de variance commune à toutes les données s'appliquent à ces effets aléatoires dans tous les cas. Suivant les situations, elles peuvent également s'appliquer aux autres effets, dans les différentes variantes du modèle (EISENHART 1947), sur lesquelles nous reviendrons dans l'avenir.

L'obtention de l'équation d'analyse de la variance à partir de ce modèle repose évidemment sur ce caractère de somme algébrique, et sur l'hypothèse supplémentaire que les sommes des différents effets sont nulles, ce qui entraîne l'annulation des sommes de doubles produits qui surviennent au cours de l'élévation au carré :

On arrive à :

$$\sum_{ij}(x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = n_j \sum_i (\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2 + n_i \sum_j (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2 + \sum_{ij} x_{ij} - \bar{x}_{i.} - \bar{x} - \bar{x}_{.j..})^2 \quad (2)$$

Mais la structure de l'essai entraîne que, si les effets ne sont pas réellement additifs, tout se passe comme s'il apparaissait un effet supplémentaire propre à la rencontre de facteurs particulière à chaque parcelle, et toutes les hypothèses conduisent approximativement à un modèle du type :

$$x_{ij} = m + t_i + r_j + tr_{ij} + e_{ij} \quad (3)$$

le terme tr_{ij} correspondant à l'interaction des facteurs à la faveur de leur rencontre dans la parcelle ij.

Le plus simple des modèles non-additifs est le modèle non-linéaire où les effets sont présents au carré.

On aura alors :

$$\hat{x}_{ij} = m + a_i + b_j + a_i^2 + a_i b_j + b_j^2 \quad (4)$$

à des facteurs constants près ($\hat{x}_{ij}$ est l'estimée de x_{ij}).

On démontre avec SCHEFFÉ (1959), à qui nous empruntons cette démonstration en la schématisant à l'extrême, que l'expression (4) est identique à :

$$\hat{x}_{ij} = m + a_i + b_j + Ca_i b_j \quad (5)$$

L'effet interaction se réduit au produit $Ca_i b_j$, C étant une constante.

Pour obtenir la somme de carrés due à l'interaction on cherche à minimiser, comme d'habitude :

$$S = \sum_i \sum_j e_{ij}^2 = \sum_i \sum_j (x_{ij} - \hat{x}_{ij})^2 = \sum_i \sum_j (x_{ij} - m - a_i - b_j - Ca_i b_j)^2 \quad (6)$$

en résolvant les équations fournies par les dérivés partielles, en particulier :

$$\frac{\partial S}{\partial a_i b_j} = -2 \sum_i \sum_j a_i b_j (x_{ij} - m - a_i - b_j - Ca_i b_j) = 0 \quad (7)$$

Cela n'est strictement possible que si on connaît a_i et b_j ; on ne les connaît pas ; en supposant ce problème résolu, on obtient cependant une première approximation de :

$$C = \frac{\sum_i \sum_j a_i b_j x_{ij}}{\sum_i a_i^2 \sum_j b_j^2} \quad (8)$$

La somme de carrés rendant compte de l'effet Ca_ib_j est alors :

$$\text{SCA} = \frac{\left[\sum_i \sum_j a_i b_j x_{ij}\right]^2}{\sum_i a_i^2 \sum_j b_j^2}$$

où a_i et b_j que nous ne connaissons pas sont remplacés par leurs estimées.

On démontre ensuite que les conditions requises pour la formation d'un F avec SCA et le reste après soustraction de SCA de la somme de carrés de l'erreur sont remplies.

Ce sont les techniques du calcul pratique de SCA que nous nous proposons d'exposer ici.

Les causes de non-additivité peuvent être d'origine différentes. La première repose sur la présence de données manifestement exorbitantes de la population de données du reste de l'essai : elles proviennent en général d'erreurs de transcription ou de calcul et doivent être purement et simplement éliminées. Un autre type de non-additivité se présente quand les différents traitements d'un facteur modifient le classement des différents traitements d'un autre facteur les uns par rapport aux autres. Enfin le modèle additif peut ne pas refléter de manière correcte la situation biologique, avec l'échelle de mesure employée, si celle-ci ne mesure pas les effets de manière additive. C'est le cas où, au lieu de s'additionner, les effets de deux facteurs se multiplient, comme cela surviendrait dans un essai de tomates où un facteur agirait sur le nombre de fruits, l'autre sur leur poids moyen, et ceci de manière indépendante : le modèle deviendrait alors :

$$x_{ij} = m \times t_i \times r_j \tag{6}$$

par exemple. La première idée qui vient à l'esprit est alors de faire la transformation logarithmique qui rendra le modèle automatiquement additif. Mais tous les cas n'étant pas aussi évidents *a priori*, il est nécessaire pour décider de la non-additivité de disposer d'un critère. Celui que nous exposons ci-dessous a le mérite de fournir, de plus, une indication sur la transformation à appliquer.

On se rendra compte que les problèmes d'additivité et de normalité, tous deux justiciables d'une transformation d'échelle, sont liés d'assez près. Mais nous avons vu que la non-additivité pouvait venir de causes où une transformation ne pouvait être d'aucun secours (classements différents) et il faut savoir que l'on peut rétablir l'additivité par une transformation, sans pour autant homogénéiser les variances et inversement.

II. — CRITÈRE D'ADDITIVITÉ DE TUKEY POUR LES ESSAIS EN BLOCS

Ce critère repose sur le calcul d'un carré moyen reposant sur un degré de liberté et permet d'isoler, dans la somme des carrés de l'erreur, la part due à la non-additivité, comme nous l'avons vu plus haut. On juge ensuite, au moyen du critère F., la signification de ce carré moyen par rapport au carré moyen provenant de ce qui reste de l'erreur.

Nous donnons plus loin des exemples les méthodes de calcul. Elles sont dues à

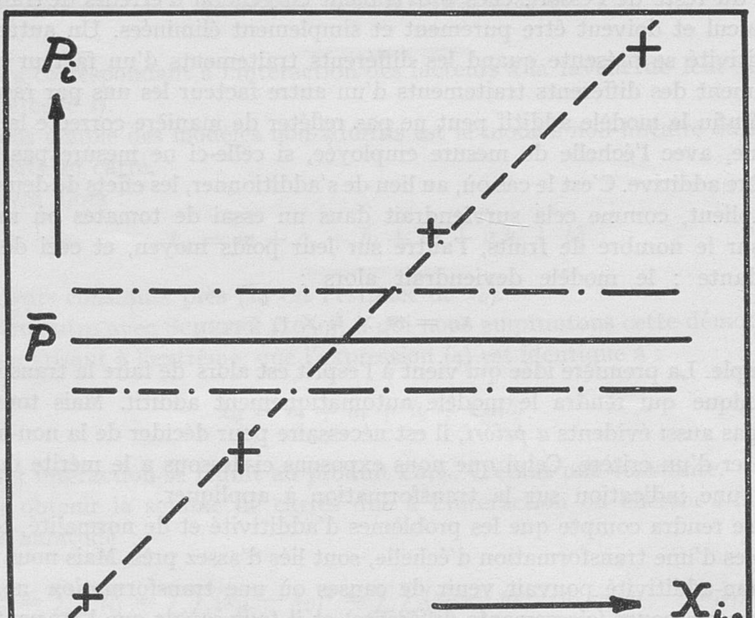
TUKEY (1949, 1955) et on peut les trouver dans la 5ème édition de SNEDECOR (1956), Celle que nous donnons en premier lieu et qui s'applique aux essais en blocs est une modification de la forme donnée par TUKEY (1949) : au lieu d'expliciter les déviations par rapport à la moyenne, on travaille directement sur les sommes de lignes et de colonnes, ce qui ne nécessite qu'un calcul de plus que l'analyse de variance elle-même. Cette modificatoin est due à WEILING (1960),

1° On commence par faire l'analyse de variance classique.

2° Calculer ensuite pour chaque traitement les sommes de produits de chaque rendement parcellaire par le total de sa répétition.

$$\sum_i x_{ij} X_{.j} \tag{7}$$

qu'on inscrit dans une ligne supplémentaire à côté de la colonne des sommes de traitements X_i.



3° Calculer la somme des produits des sommes obtenues ci-dessus avec les sommes de traitements :

$$\sum_i X_i . \sum_j x_{ij} X_{.j} = \sum_{ij} x_{ij} X_i . X_{.j} \tag{8}$$

4° Calculer ensuite la somme des carrés due à la non-additivité :

$$SCA = \frac{\left[\sum x_{ij} X_i . X_{.j} - G \text{ (SC Blocs} + \text{SC Traitements} + G^2/N)\right]^2}{N \times \text{SC Blocs} \times \text{SC Traitements}} \tag{9}$$

5° Calculer l'analyse de variance « additivité » : on soustrait la somme des carrés due à l'additivité de la somme de carrés de l'erreur fournie par l'analyse de variance.

Le reste possède un degré de liberté de moins. Le carré moyen qu'il fournit permet de calculer un F, dont la signification permet de juger l'additivité.

6° Au cas où ce F est significatif, on se renseigne ensuite sur les mesures à prendre, par une étude graphique :

7° Calculer d'abord les expressions :

$$P_i = \sum_j x_{ij} X_{.j} - \frac{n_r G}{N} X_{.i} \qquad (10)$$

n_r étant le nombre de répétitions, N le nombre de parcelles total.

8° On porte ensuite ces valeurs sur un graphique en fonction des sommes de traitement X_i.

9° Sur le graphique on trace les horizontales correspondant à la moyenne des P_i et à ses limites de sécurité données par :

$$\frac{\Sigma P_i}{n_r} \pm 2\sqrt{n_r(\text{SC Traitements (SC Erreur — SC Additivité)}} \qquad (11)$$

10° Dans le cas d'additivité, les points obtenus sont répartis sans ordre apparent entre les limites de sécurité. Dans le cas de données manifestement étrangères, le point correspondant se situe en dehors des limites de sécurité. Enfin, quand l'absence d'additivité vient de l'impropriété de l'échelle, on constate une corrélation entre les P_i et les X_i qui se traduit par un alignement plus ou moins net des données autour d'une droite. Leur extension plus ou moins importante hors des limites de sécurité permet de décider de l'opportunité d'une transformation.

11° En ce qui concerne le choix d'une transformation, TUKEY (1949) se base sur le signe de ΣP_i pour conseiller les transformations suivantes dans un tableau que nous lui empruntons (tableau 1).

TABLEAU 1

Signe de P_i	Transformée à utiliser	Transformation usuelle
> 0	x^p ou $(x + k)^p$ avec $0 < p < 1$	$\sqrt{x}$ $\sqrt{x+1}$
0	x^p ou $(x + k)^p$ avec $p = 0$	x (pas de transformation)
< 0	x^p ou $(x + k)^p$ avec $p > 1$	x^2, x^3
< 0	$\log (x + k)$	$\log x$, $\log (1 + x)$

Pour la détermination de k dans les cas où le besoin s'en fait sentir pour une transformation du type $(x + k)^p$, ELSTON (1961) suggère d'utiliser une approximation de :

$$\frac{1}{4}\,\frac{\left[\sum x_{ij} X_{i.} X_{.j} - G\,(\text{SC Blocs} + \text{SC Traitements} + G^2/N)\right]^{-2p}}{N \times n_r \times n_r} - \frac{N}{G} \qquad (12)$$

tout en laissant entendre qu'il ne peut s'agir là que d'une valeur indicative.

III. — EXEMPLE DE CALCUL. ESSAIS EN BLOCS

Il s'agit d'un essai fabriqué pour les besoins de la cause. Le tableau 2 contient les éléments du calcul.

TABLEAU 2

	1	2	3	4	$X_{i.}$	$x_{ij}\ X_{.j}$	P_i
1	23	11	39	32	105	3 04 13	44 25,5
2	77	42	161	123	403	11 88 79	1 91 37,5
3	41	21	76	52	190	5 53 90	83 75,0
4	62	29	113	88	292	8 54 90	1 32 20,0
$X_{.j}$	203	103	389	295	990		4 51 58,0

Analyse de la variance.

Source de variation	Somme de carrés	Nombre de degrés de liberté	Carrés moyens	F
Totale	2 64 82	15		
Lignes	1 24 43	3		
Colonnes	1 12 85	3		
Erreur	27 54	9		
Additivité	26 82	1	26 82	298
Reste	72	8	9	

1º L'analyse de la variance est faite de la manière habituelle.

2º On calcule ensuite les termes de la colonne des $\Sigma x_{ij} X_{.j}$ de la manière suivante, pour la première ligne, par exemple :

$$\sum_j x_{ij} X_{.j} = 23 \times 203 + 11 \times 103 + 39 \times 389 + 32 \times 295 = 30413$$

3º On calcule :

$$\sum_i X_{i.} \sum_j x_{ij} X_{.j} = 105 \times 30413 + 403 \times 118879 + 190 \times 55390 + 292 \times 85490 = 86\,56\,87\,82.$$

Sur une machine à double totalisateur, on peut faire l'opération du calcul de $\Sigma x_{ij} X_{i.} X_{.j}$ (étapes 2 et 3) d'un seul coup en utilisant le transfert de multiplication, mais il faut aussi obtenir les $\Sigma x_{ij} X_{.j}$.

4º On calcule :

$$G(\text{SC Lignes} + \text{SC Colonnes} + G^2/N) = 990\ (12443 + 11285 + 61256) = 84134160$$

$$N \times (\text{SC Lignes}) \times (\text{SC Colonnes}) = 16 \times 12443 \times 11285 = 2246708080$$

puis la somme de carrés due à l'absence d'additivité :

$$\text{SCA} = \frac{(86\,58\,87\,82 - 84\,13\,41\,60)^2}{22\,46\,70\,80\,80} = \frac{\overline{+\ 2\,45\,46\,22}^2}{22\,46\,70\,80\,80} = 26\,82$$

Pour l'analyse de variance « additivité », on soustrait le terme « additivité », ci-dessus, du terme « erreur » de l'analyse de variance : le reste, avec 8 degrés de liberté, sert à calculer :

$$F = \frac{26\,82}{9} = 2\,98 \text{ avec } 1 \text{ et } 8 \text{ degrés de liberté}$$

ce qui est évidemment significatif (la limite pour le point 0,005 est 14,69).

6° On calcule les expressions P_i, par exemple :

$$P_1 = \sum x_{1j} X_{.j} - \frac{4 \times 9\,90}{16} X_{1.} = 3\,04\,13 - \frac{9\,90}{4} \times 1\,05 = 44\,25{,}5$$

puis

$$\sum P_i \text{ et } \sum Pi/4 = \overline{P} = \frac{4\,51\,58}{4} = 1\,12\,89{,}5$$

7° On construit le graphique 1 des P_i en fonction des $X_{i.}$ avec comme repère l'horizontale $\overline{P} = 1\,12\,89{,}5$ et les horizontales :

$$\overline{P} \pm 2\sqrt{4 \times 1\,24\,43 \times 9} = 1\,12\,89{,}5 \pm 13\,38 = \begin{cases} 1\,26\,27{,}5 \\ 99\,51{,}5 \end{cases}$$

qui représentent les limites de sécurité de $\overline{P}$.

8° Le graphique obtenu montre l'étendue de l'absence d'additivité, qui situe tous les points en dehors des limites de sécurité de la moyenne $\overline{P}$.

Les points s'alignent de plus le long d'une droite, de manière à peu près parfaite, ce qui montre que l'échelle employée ne convient pas.

ΣP_i étant positif, le tableau 1 nous indique que c'est la transformation racine qui est indiquée.

C'est un résultat étonnant si on précise que les données utilisées ont été obtenues à partir du tableau à double entrée suivant :

	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16

où chaque case résulte du produit des valeurs marginales correspondantes. On a ensuite multiplié par 10 et introduit des éléments aléatoires.

Le tableau 3 montre bien la faillite partielle de la transformation racine. $(x' = 10\sqrt{x})$ qui conduit à un F de 73 pour l'additivité.

TABLEAU 3

	1	2	3	4	$X_{i.}$	$x_{ij}\ X_{.j}$
1	48	33	62	57	2 00	6 26 48
2	88	65	127	111	3 91	12 30 10
3	64	46	87	72	2 69	8 42 46
4	79	54	106	94	3 33	10 46 21
$X_{.j}$	279	198	382	334	11 93	

Analyse de la variance

Source de variation	Somme de carrés	Nombre de degrés de liberté	Carrés moyens	F
Totale	1 01 46	15		
Lignes	50 80	3		
Colonnes	46 78	3		
Erreur	3 88	9		
Additivité	3 50	1	3 50	73
Reste	38	8	4,75	

La transformation qui s'impose est évidemment la transformation logarithmique ($x' = \log x$) et le tableau 4 en montre l'efficacité.

TABLEAU 4

	1	2	3	3	X_i	X_{ij} $X_{.j}$
1	36	04	59	51	150	4 87 49
2	89	62	120	109	380	11 28 07
3	61	32	88	72	253	7 70 69
4	79	46	106	94	325	9 77 41
$X_{.j}$	265	144	373	326	1 108	

Source de variation	Somme de carrés	Nombre de degrés de liberté	Carrés moyens
Totale	1 48 13	15	
Lignes	74 04	3	
Colonnes	73 62	3	
Erreurs	47	9	
Additivité	5	1	5
Reste	42	8	5,25

Il semble donc que le tableau 1 ne doive être utilisé qu'avec prudence.

La discussion de ce point par SNEDECOR (1956, p. 324) jette un doute sur le bien fondé de la dernière ligne du tableau : parlant du graphique des points alignés, il dit en effet : « c'est de cette manière que le graphique montre la nécessité d'une transformation racine ou logarithmique. Le logarithme est le plus énergique des deux, corrige mieux les effets non-additifs ». Ce sont donc deux variétés d'une même catégorie de transformations. De plus ELSTON (1961) fonde les indications du tableau 1 sur l'analyse de l'additivité au moyen du modèle non linéaire dont nous avons parlé plus haut (4). Il montre en particulier que la méthode de TUKEY revient à juger la signification de la première approximation de C : si $C = 0$ le modèle est linéaire, donc les effets additifs ; si $C < 0$ la fonction (4) a sa concavité vers le haut (c'est une parabole) il est donc naturel d'employer, pour rendre les effets additifs, la transformation donnée par la fonction inverse, qui est la fonction racine ou plus exactement la transformation $(x + k)^p$ avec $p < 1$, et qui a sa concavité tournée vers le bas. De même si $C > 0$ l'argument de concavité fera choisir une transformée à concavité tournée vers

le haut soit $(x+k)^p$ avec $p > 1$. Mais il suit TUKEY en suggérant log $(x+k)$ pour le même cas. Or log $(x+k)$ a sa concavité tournée vers le bas, comme $(x+k)^p$ avec $p < 1$. Il semble donc que ce soit plutôt un remède pour le cas $C > 0$ que pour le cas $C < 0$. C'est ce que confirme notre exemple. Nous modifierons donc le tableau 1 de la manière suivante : (tableau 5).

TABLEAU 5

Signe de P_i	Transformée à utiliser		Transformation usuelle	
> 0	$(x+k)^p$	$0 < p < 1$	$\sqrt{x}$	$\sqrt{x+1}$
> 0	$\log(x+k)$		$\log x$	$\log(x+1)$
$= 0$	$(x+k)^p$	$p = 1$	x lui-même	
< 0	$(x+k)^p$	$p > 1$	x^2 x^3	

IV. — CRITÈRE DE TUKEY POUR LES ESSAIS EN CARRÉ LATIN

Tant du point de vue théorique que du point de vue pratique, les carrés latins posent des problèmes complexes, en particulier du point de vue de l'additivité.

En effet, si dans un essai en répétitions complètes, on peut démontrer que la présence effective, malgré l'hypothèse contraire, d'une interaction répétition $\times$ traitement ne biaise pas l'estimation des effets, pour les carrés latins, on démontre, avec SCHEFFE (1959, pp. 154, *ss qq*) que la présence d'interaction entre les différentes classifications (rangs, colonnes, traitements) conduit à des biais dans l'estimation des effets.

Dans ce cas, il est donc très important de détecter l'absence d'additivité. Cependant le calcul est beaucoup plus compliqué. On doit heureusement à ABRAHAM (1960) une simplification, analogue à celle de WEILING pour les répétitions complètes, du calcul donné par TUKEY (1955). Nous exposerons seulement son application pratique sans chercher à la justifier.

1° Etablir le tableau des données suivant le plan de l'essai, comportant l'indication du traitement dans chaque case. (On a intérêt à préparer à l'avance 5 tableaux identiques et de *même dimension*)

2° Calculer les sommes de rangs X_i
Calculer les sommes de colonnes X_j
Calculer les sommes de traitements X_k.
Calculer la somme générale G.

3° Calculer de la manière habituelle l'analyse de variance.

4° Calculer les éléments d'un deuxième tableau :

$$D_i = nX_i - G$$
$$D_j = nX_j - G$$
$$D_k = nX_k - G.$$

Il est commode de répéter les D_k dans tout le tableau, en répétant chaque D_i dans toutes les cases correspondant au traitement i. Les D_k et D_j sont écrits dans la colonne et la ligne marginales du tableau.

Vérifier à ce moment que $\Sigma D_i = \Sigma D_j = D\Sigma_k = 0$

5° Calculer pour chaque case d'un troisième tableau

$$R_{ij,k} = c\,[D_iD_j + D_jD_k + D_kD_i]$$

Faire extrêmement attention aux signes des produits et de leurs sommes.

La constante c est choisie de manière à donner pour les $R_{ij,k}$ un ordre de grandeur comparable à celui des données de départ. C'est-à-dire que c'est une puissance de dix choisie pour que le plus petit R ait au moins un chiffre. On arrondit, pour supprimer les chiffres après la virgule.

Calculer les sommes de rangs, colonnes et traitements des $R_{ij,k}$. Vérifier que la somme de ces sommes est nulle.

6° Calculer, pour chaque case du tableau suivant, les expressions :

$$Q_{ij,k} = \frac{1}{n}\left[\sum^i R_{ijk} + \sum^j R_{ijk} + \sum^k R_{ijk}\right]$$

$\Sigma^i R_{ij,k}$ représentant la somme des $R_{ij,k}$ pour le rang i. etc...

Calculer les sommes de rangs, colonnes, traitements des $Q_{ij,k}$; ce sont les mêmes à quelques unités près, que celles des R_{ijk}. La somme générale s'annule donc aussi.

7° Calculer pour chaque case du dernier tableau les différences :

$$R_{ijk} - Q_{ijk}$$

Vérifier que les sommes de rangs et colonnes s'annulent.

8° On calcule enfin :

$$P = \sum_{ij} x_{ijk}(R_{ijk} - Q_{ijk})$$

et

$$SS = \sum (R_{ijk} - Q_{ijk})^2$$

c'est-à-dire la somme des produits des éléments du premier tableau par ceux du cinquième, case à case, et la somme des carrés des éléments du cinquième tableau.

9° La somme de carrés « additivité » est alors :

$$SCA = \frac{P^2}{SS}$$

10° On retranche SCA de la somme des carrés de l'erreur de l'analyse de variance du paragraphe 3 et on forme le F de la même manière que précédemment.

V. — EXEMPLE

Les données du tableau 6 (« premier tableau ») concernent des poids de bois de taille de vignes dans un essai d'uniformité. Comme ces poids ont en général une distribution disymétrique, on peut redouter une absence d'additivité due à l'échelle de mesure. (Nous devons ces données à l'amabilité de Monsieur COSTE, Délégué Agronomique de la Société Saint-Gobain à Montpellier).

L'analyse de variance est donnée par le tableau 11.

TABLEAU 6

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	$X_{i}..$	$X.._{k}$
1	(1) 178	(2) 21	(3) 101	(4) 77	(5) 165	5 42	4 33
2	(3) 280	(4) 47	(5) 118	(1) 68	(2) 225	6 88	5 41
3	(5) 111	(1) 28	(2) 90	(3) 225	(4) 187	6 41	6 86
4	(2) 65	(3) 27	(4) 26	(5) 121	(1) 159	3 99	3 49
5	(4) 12	(5) 64	(1) 00	(2) 139	(3) 103	3 18	5 79
$X._{j}.$	597	187	335	630	839	25 88	25 88

On vérifiera, par exemple, pour chacun des paragraphes ci-dessus que :

4° $D_{1}.. = 5 \times 5\,42 - 25\,88 = 1\,22$

$D._{1}. = 5 \times 5\,97 - 25\,88 = 3\,97$ (tableau 7)

$D.._{1} = 5 \times 4\,33 - 25\,88 = -4\,23$

TABLEAU 7

	D_{k}					D_{i}
1	(1) — 4 23	(2) 1 17	(3) 8 42	(4) — 8 43	(5) 3 07	1 22
2	(3) 8 42	(4) — 8 43	(5) 3 07	(1) — 4 32	(2) 1 17	8 52
3	(5) 3 07	(1) — 4 23	(2) 1 17	(3) 8 42	(4) — 8 43	6 17
4	(2) 1 17	(3) 8 42	(4) — 8 43	(5) 3 07	(1) — 4 23	— 5 93
5	(4) — 8 43	(5) 3 07	(1) — 4 23	(2) 1 17	(3) 8 42	— 9 98
D_{j}	3 97	— 16 53	— 9 13	5 62	16 07	0 00

5° $R_{111} = 10^{-3}\,(1\,22 \times 3\,97 - 3\,97 \times 4\,23 - 4\,23 \times 1\,22)$

$= -1\,71$ (au lieu de $17\,11\,03$) (tableau 8)

TABLEAU 8

	1	2	3	4	5	$\sum^{i} R_{ijk}$	$\sum^{k} R_{jik}$
1..................	— 1 71	— 3 81	— 7 77	— 5 08	7 27	— 11 10	— 5 34
2..................	13 90	— 7 33	— 7 97	— 1 19	16 57	13 98	— 1 92
3..................	5 56	— 5 82	— 5 98	13 39	— 8 83	— 1 68	— 50
4..................	— 2 58	— 9 11	18 11	— 3 43	— 13 82	— 10 83	— 2 03
5..................	1 10	8 36	17 20	— 6 12	— 10 91	9 63	9 79
$\sum^{j} R_{ijk}$	16 27	— 17 71	13 59	— 2 43	— 9 72	0 00	000

6° $Q_{111} = \frac{1}{5}$ (— 11 10 + 16 27 – 5 34) = — 3 (au lieu de – 2,8) (tableau 9)

TABLEAU 9

	1	2	3	4	5	$\Sigma^i Q_{ijk}$.
1	(1) — 3	(2) — 6 15	(3) 40	(4) — 3 11	(5) — 2 21	
2	(3) 5 95	(4) — 1 15	(5) 7 47	(1) 1 24	(2) 47	
3	(5) 4 88	(1) — 4 95	(2) 2 00	(3) — 92	(4) 2 69	
4	(2) 71	(3) — 5 81	(4) 14	(5) — 69	(1) — 5 18	
5	(4) 4 77	(5) 38	(1) 3 58	(2) 1 06	(3) — 12	
$\Sigma^j Q_{ijk}$						

7° $R_{111} - Q_{111}$ = — 1 71 + 3 = — 1 68 (tableau 10)

TABLEAU 10

	— 1 68	2 34	— 8 17	— 1 97	9 48	0 00
	7 95	— 6 18	— 15 44	— 2 43	16 10	0 00
	68	— 87	— 7 98	14 31	— 6 14	0 00
	— 3 29	— 3 30	17 96	— 2 74	— 8 64	0 01
	— 3 67	7 98	13 62	— 7 18	— 10 79	0 04
	— 0 01	— 0 03	— 0 03	— 0 01	— 0 01	

8°

$\sum x_{ijk}(R_{ijk.} - Q_{ijk})$ = — 178 × 168 + 21 × 234 + ... — 139 × 718 — 103 × 1079
= 21 25 52

$\sum (R_{ijk} - Q_{ijk})^2$ = 19 38 14 01

9° $\text{SCA} = \frac{21\ 25\ 52^2}{19\ 38\ 14\ 01} = 23\ 31$

10° L'analyse de variance (tableau 11) montre que le carré moyen « additivité » est plus petit que le carré moyen « reste ». Il n'y a donc pas lieu de mettre en doute l'additivité.

TABLEAU 11

Source de variation	Somme de carrés	Nombre de degrés de liberté	Carrés moyens
Total	11 85 04	24	
Rangs	1 97 53	4	
Colonnes	5 29 74	4	
Traitements	1 36 55	4	
Erreur	3 21 22	12	
Additivité	23 31	1	23 31
Reste	2 97 91	11	27 08

VI. — AUTRES MOYENS DE CONTRÔLE DE L'ADDITIVITÉ

L'absence d'additivité se traduisant par une interaction, tous les dispositifs qui permettent de juger celle-ci pourront servir à la contrôler.

En dehors des dispositifs du type factoriel, donc l'objectif est justement de faire apparaître et de contrôler les interactions, il existe un certain nombre de procédés pour disposer les essais de manière à contrôler la variance de l'erreur, au moyen d'une autre estimation de la variance des e_{ij}.

Dans le cas de plantes où la récolte individuelle est impossible, on peut disposer deux parcelles, ou plus, de chaque traitement dans chaque bloc. Cela fournit une somme de carrés supplémentaire entre parcelles du même traitement *dans* les blocs, qui permet de juger la somme des carrés de l'erreur classique, et de vérifier qu'elle n'est pas gonflée par une interaction bloc $\times$ traitements. Quand ce F n'est pas significatif, ou s'il l'est, quand on a réussi, par une transformation, à rétablir l'additivité, on peut, en réunissant les deux sommes de carrés, bénéficier d'un nombre de degrés de liberté correspondant au nombre total de répétitions réellement faites.

Dans le cas où les plantes sont suffisamment individualisées pour qu'on puisse envisager la récolte de chacune d'elle, il est possible de faire l'analyse en faisant apparaître la variation entre plantes dans les parcelles et d'utiliser le carré moyen qui la représente pour juger le carré moyen de l'erreur. Le procédé n'est pas rigoureux parce que les plantes ne peuvent être considérées comme disposées au hasard à l'intérieur des parcelles (en particulier on ne peut pas réunir les deux sommes de carrés dans ce cas) mais il est susceptible de donner des indications utiles sur l'additivité, surtout si on le combine avec l'examen de l'homogénéité des variances dans les parcelles, dont nous avons décrit la méthode précédemment (RIVES 1960).

VII. — CONCLUSION

Bien adaptée à beaucoup de données, l'analyse de variance repose sur des hypothèses qui doivent être respectées pour qu'elle soit valide. Il n'est pas inutile de vérifier périodiquement que le terrain d'expérience possède bien l'hétérogénéité qu'on lui suppose en disposant l'essai, que les données qu'on analyse sont bien additives et possèdent une variance stable. C'est encore plus vrai quand on aborde un domaine nouveau, sur un terrain inconnu et avec des espèces ou des traitements dont on ne peut prévoir le comportement, d'autant plus que des mesures analysées résultent de l'emploi d'échelles dont la linéarité est moins assurée.

Sans penser qu'il faut, en toute circonstance, alourdir le travail en pratiquant systématiquement ces vérifications, nous estimons cependant indispensable un contrôle périodique pour les cas connus, et une exploration préalable pour les cas nouveaux.

Reçu pour publication en septembre 1961

SUMMARY

ANALYSIS OF VARIANCE. — II. ADDITIVITY.

This is a presentation in French of the methods of calculating TUKEY's test of additivity in analysis of variance. It includes a simplification of the procedure for randomized blocks due to WEILING, and a discussion on the appropriateness of the allocation of the transformation log $(x + k)$ in table 4 of the original paper by TUKEY (1949).

ZUSAMMENFASSUNG

VARIANZANALYSE. II. ADDIVITÄT

Dies ist die französische Darstellung der Berechnungsmethoden des TUKEY'schen Testes über Additivität in der Varianzanalyse. Sie beträgt eine von WEILING bearbeitete Vereinfachung des auf Random-Block angewandten Verfahrens, sowie eine Diskussion der Anwendungsgültigkeit der Umwandlung log $(x + k)$ der Tafel 4 der Originalausgabe von TUKEY. (1949).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABRAHAM J. K., 1960. On an alternative method of computing TUKEY's statistic for the Latin square model *Biometrics*, **16**, 686-691.

EISENHART Ch., 1947. The assumptions underlying the analysis of variance. *Biometrics*, **3**, 1-21.

ELSTON R. C., 1961. On additivity in the analysis of variance. *Biometrics*, **17**, 209-219.

RIVES M., 1959. Sur la comparaison des moyennes dans les essais variétaux. *Ann. Amélior. Plantes*, **9**, 357-376.

RIVES M., 1960. Sur l'analyse de la variance. I — Emploi des transformations. *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 309-331.

SHEFFÉ., 1959. The analysis of variance. Wiley, New-York.

SNEDECOR G. W., 1956. Statistical analysis. 5th ed., Iowa State Coll. Press. Ames.

TUKEY J. W., 1949. — One degree of freedom for non-additivity. *Biometrics*, **5**, 232-242.

TUKEY J. W., 1955. Query 113. *Biometrics*, **11**, 111-113.

WEILING F., 1960. Vereinfachte Prüfung der Additivität bei Streungszerlegungen (Varianzanalysen). *Züchter*, **30**, 269-272.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (1), 19-44.

LE GENRE VITIS ET SES ESPÈCES

(ESSAI DE SYNTHÈSE)

L. LEVADOUX*, D. BOUBALS+ et M. RIVES*.

**Station de Recherches de Viticulture,*
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Pont de la Maye (Gironde).
+Station de Recherches viticoles,
Centre de Recherches agronomiques du Midi, Montpellier (Hérault).

A

SOMMAIRE

Les auteurs se proposent de faire le point de nos connaissances actuelles sur le genre *Vitis* et ses espèces. Les données communément reçues par les ampélographes depuis plus d'un demi-siècle sont discutées à la lumière des résultats acquis par les botanistes et les généticiens évolutionnistes.

INTRODUCTION

La connaissance précise du matériel végétal de départ s'impose au sélectionneur, sans quoi tous ses travaux ultérieurs risquent d'être imparfaits et incomplets.

Une telle affirmation peut paraître évidente et nous sommes persuadés que tous les sélectionneurs s'y rallient sans difficulté. Mais nous sommes également persuadés que dans la pratique il n'en va pas toujours ainsi et que dans bien des cas des efforts d'amélioration louables ont été entrepris à partir de bases botaniques trop étroites.

Les milliers d'hybrides producteurs directs et les centaines de porte-greffes obtenus par les hybrideurs viticoles depuis 1870 descendent d'un nombre de parents extrêmement réduits, quelques espèces sauvages, quelques cultivars ; à peine un dixième des géniteurs possibles a fait l'objet de croisements.

Tous ces croisements ont d'ailleurs été exécutés sans précautions suffisantes quant à l'identité exacte des géniteurs utilisés. Quelle est la place exacte dans la systématique du genre *Vitis* du *Rupestris du Lot*? Est-ce un représentant typique du *V. rupestris*? Ce *Lincecumii* auquel on attribue la paternité de tel hybride était-il en réalité un *V. Lincecumii* ou un *V. aestivalis*? Ces *Berlandieri* qui se bouturent si bien, ne sont-ils pas le résultat d'un croisement ignoré où serait intervenu *V. vinifera*?

La liste de ces questions serait longue et ne nous apprendrait rien d'autre que ce que nous ont déjà fait pressentir les trois premières. Une étiquette sur un sachet de graines ou sur un fagot de boutures sert le plus souvent de pièce à conviction. Quant à la systématique même du genre *Vitis,* fruit de travaux d'herbier et d'examen de vignes en collection, bien peu nombreux sont ceux qui ont pu soupçonner, même un seul instant, qu'elle pût être sujette à révision et à élargissement.

On s'en tient généralement en France à la nomenclature de PLANCHON (1887) (légèrement révisée par VIALA, 1910) ; aux États-Unis ce sont les travaux de T. V. MUNSON (1890) repris et complétés par BAILEY (1934) qui font foi. La récente monographie de SUESSENGUTH (1953), qui est surtout une mise au point et un essai d'harmonisation des travaux précédents, n'apporte que bien peu de vues nouvelles sur un sujet qu'on s'est trop hâté de considérer comme épuisé.

Ce problème considéré provisoirement comme résolu, il en est un autre qui devrait attirer la curiosité du généticien et du sélectionneur et dont l'étude serait susceptible de lui apporter une aide efficace et de l'orienter de préférence vers telle ou telle voie améliorative.

Quelle est la nature intime des genres et des espèces dont il a à connaître ? Ces genres et ces espèces se présentent à nous comme le résultat actuel d'un processus évolutif particulier qui fait que le genre *Vitis,* par exemple, représente une toute autre entité taxonomique que le genre *Triticum* ou le genre *Brassica.* Les rapports existant entre les espèces sont d'une nature différente, les possibilités de croisement sont autres. Le travail d'amélioration, tout en mettant à profit les résultats obtenus ailleurs, sera donc original.

Nous venons de poser un peu au hasard un certain nombre de points d'interrogation. Voyons en quelle mesure nous avons la possibilité d'y répondre.

I. — NOS CONNAISSANCES SUR LES VITACÉES

Les plantes de la famille des Vitacées ou Vignes se présentent à nous dans les diagnoses latines comme des « arbrisseaux souvent sarmenteux, grimpants, plus rarement dressés, ou bien à rameaux parfois annuels naissant d'une tige tubéreuse et souterraine, à racines fibreuses ou plus ou moins renflées en tubercules, à feuilles très polymorphes, parfois entières, le plus souvent palmatilobées, souvent palmatisectées ou pennatisectées ou bipennatisectées ou biternatisectées ou foliolées... » (1).

En fait à quelques exceptions près qui représentent le résultat d'une adaptation seconde à des milieux particuliers, les vignes sont des lianes et, primitivement, même des lianes des forêts tropicales.

Cette constatation, pour banale qu'elle soit, mérite d'être soulignée, d'abord parce qu'en dehors du Vanillier et du Houblon, il n'y a pas beaucoup d'autres plantes cultivées industriellement qui soient des lianes, ensuite parce que beaucoup de réactions des Vitacées aux stimuli ne peuvent s'expliquer pleinement que si on replace par la pensée les vignes dans leur milieu naturel : le fait qu'elles doivent être taillées quand elles ne sont pas conduites sur les arbres, le polymorphisme foliaire,

(1) PLANCHON, *Monographie,* 319.

bien connu des ampélographes, et quantité d'autres propriétés naturelles ou culturales des vignes n'ont pas d'autre explication

« Cependant », nous apprend SUESSENGUTH, « les ancêtres directs des Vitacées n'étaient vraisemblablement pas des plantes grimpantes, car elles possèdent, en plus de larges rayons médulaires interfasciculaires, des rayons linéaires fasciculaires ».

Effectivement, l'ordre des Rhamnales, dans lequel on classe ordinairement la famille des Vitacées, et l'ordre voisin des Célastrales contiennent un grand nombre d'arbrisseaux et de plantes de sous-bois : le buis, les érables, le houx, le fusain, pour ne parler que de ceux qui sont connus de tous. Ceci est encore plus vrai pour la famille des Rhamnacées (Nerprun, Jujubier...), dont tous les auteurs s'accordent pour reconnaître la parenté évidente avec celle des Vitacées. Cette parenté fondée sur des caractères anatomiques a été confirmée par HOEFFGEN par voie sérologique [1].

Quant aux Leeacées, représentées par le seul genre *Leea*, d'abord rattachées aux Vitacées, puis détachées de ces dernières par PLANCHON puis par GAGNEPAIN (1911) pour des raisons de cohérence taxonomique, elles ne sont pas si éloignées des vignes que la nomenclature pourrait le laisser supposer. Non seulement elles s'en rapprochent par beaucoup de caractères anatomiques et morphologiques, mais elles présentent comme ces dernières une certaine réceptivité à l'égard de l'oïdium (BOUBALS, 1961). On peut considérer le genre *Leea* comme une vigne qui serait restée buissonnante.

Ceci dit, nous ne manquons pas de bonnes clefs dichotomiques pour nous reconnaître dans la famille des Vitacées (encore plus généralement appelée famille des Ampélidacées) ; elles ont abouti à différentes classifications. La plus connue en France et dans les milieux viticoles est celle de PLANCHON qui répartit les Vitacées en 10 genres, la plus récente est celle de SUESSENGUTH qui a pu mettre à profit les assez rares travaux consacrés à la famille des Vitacées depuis PLANCHON.

Classification des Vitacées (ou Ampélidacées)

Selon PLANCHON (1887)	Selon SUESSENGUTH (1953)
Ampelideæ KUNTH 1821	*Vitaceæ* LINDLEY 1836
I *Vitis* Tournefort	I *Cissus*
Sect. 1. — *Euvitis* Planch.	II *Acareosperma* Gagnepain
2. — *Muscadinia* Planch.	III *Cayratia*
II *Ampelocissus* Planch.	IV *Vitis*
Sect. 1. — *Euampelocissus* Planch.	V *Ampelocissus*
2. — *Nothocissus* (Miq) Planch.	VI *Parthenocissus*
3. — *Kalocissus* (Miq) Planch.	VII *Ampelopsis*
4. — *Ermocissus* Planch.	VIII *Pterisanthes*
III *Pterisanthes* Blume	IX *Clematicissus*
IV *Clematicissus* Planch.	X *Tetrastigma*
V *Tetrastigma* Miq.	XI *Rhoicissus*
VI *Landukia* Planch.	XII *Pterocissus* Urb. et Ek.
VII *Parthenocissus* Planch.	
VIII *Ampelopsis* Mich.	
IX *Rhoicissus* Planch.	
X *Cissus* L.	
Sect. 1. — *Eucissus* Planch.	
2. — *Cayratia* Juss.	
3. — *Cyphostema* Planch.	

(1) *Bot. Arch.*, I, 1922, 93.

Les modifications apportées par SUESSENGUTH sont les suivantes :

1° Des suppressions :

Le g. *Landukia* (VI Pl.) n'apparaît plus chez SUESSENGUTH.

De fait, on avait reconnu très vite que ce genre, réduit à une seule espèce, *Landukia Landuk*, n'avait aucune raison valable d'être séparé du g. *Parthenocissus* (1).

2° Des additions :

Le genre *Acareosperma* (II S.) est, nous dit SUESSENGUTH, voisin du genre *Cissus* et ne s'en différencie que par la structure du pépin ; genre incomplètement décrit ; une seule espèce : *A. spireanum* Gagnepain, Indochine.

Le genre *Pterocissus* (XII S.) est caractérisé par la forme de son fruit. Il est également représenté par une seule espèce : *P. mirabilis* Urb. et Ek, vivant à Haïti.

Additions et suppressions portent sur des genres unispécifiques distingués par des particularités qui sont généralement insuffisantes pour créer un genre nouveau.

D'autre part, l'une et l'autre de ces classifications laisse apparaître des groupements :

A) *Vitis, Ampelocissus.*
B) *Pterisanthes, Clematicissus, Tetrastigma.*
C) *Parthenocissus, Ampelopsis.*
D) *Cissus, Cayratia.*

En lisant attentivement les auteurs, on retire l'impression qu'*Ampelocissus* est très proche du genre *Vitis* ; *Pterisanthes, Clematicissus* et *Rhoicissus* semblent devoir appartenir au même groupe.

Ampelopsis et *Parthenocissus* forment un autre groupe assez proche du premier, mais cependant nettement distinct.

Dans les mêmes conditions, *Tetrastigma* forme un troisième groupe.

Quant aux *Cissus* ils forment avec les *Cayratia* une population très hétérogène mais parfaitement distincte des trois groupes précédents.

Il est cependant difficile d'aller plus loin en s'aidant de diagnoses et de descriptions qui attirent trop souvent l'attention sur des caractères qui ne sont pas fondamentaux.

Ce sont des considérations d'un autre ordre qui nous permettront d'approcher de plus près la réalité.

Les recherches sur les causes de la résistance au mildiou effectuées par l'un d'entre nous (BOUBALS, 1958) sur six genres de Vitacées montrent qu'on peut établir la classification phylogénétique suivante aboutissant au genre *Vitis* d'après le développement du *Plasmopara viticola* sur ces plantes, c'est-à-dire d'après un des aspects du chimisme de ces dernières :

Leea, Cissus, Tetrastigma
↓
Parthenocissus
↓
Ampelopsis
↓
Vitis

(1) VIALA et VERMOREL, *Ampélographie*, I, 59.

Les travaux cytologiques modernes et plus particulièrement ceux de B. V. SHETTY (1959) permettent de préciser certains points importants. Il est regrettable que le nombre des espèces et des genres étudiés par les cytologistes soit encore relativement réduit. Cette carence n'est que trop explicable : les botanistes ont souvent travaillé sur des exsiccata que leur faisaient parvenir des missionnaires ou des explorateurs, les cytologistes réclament du matériel vivant et bien caractérisé.

Le nombre des chromosomes chez les diverses espèces étudiées est le suivant :

Vitis section *Euvitis*	2n = 38	(26 espèces)
» *Muscadinia*	2n = 40	(1 espèce)
Ampelocissus	2n = 40	(2 espèces)
Ampelopsis	2n = 40	(7 espèces)
Parthenocissus	2n = 40	(4 espèces)
Tetrastigma sulcatum Gamb.	2n = 22	
Tetrastigma lanceolarium Planch.	2n = 44	
Cissus quadrangularis L.	2n = 24	
Cissus pallida Planch.	2n = 24	(SHETTY)
Cissus heyneana Planch.	2n = 24	(SHETTY)
Cissus glauca Roxb.	2n = 24	
Cissus discolor Blume	2n = 24	
Cissus setosa Roxb.	2n = 22	(SHETTY)
Cissus vitiginea L.	2n = 26	(SHETTY)
Cissus gongylodes Burch.	2n = 32	(LANGLET, 1927)
Cissus japonica Willd.	2n = 60	(MITSUKURI et HAYASHI, 1953)
Cayratia tenuifolia Gagnepain	2n = 30	(SHETTY)
Cayratia pedata Juss.	2n = environ 72	(SHETTY)
Cayratia carnosa Gagnepain	2n = environ 98	(SHETTY)

On reconnaît tout de suite des nombres chromosomiques fréquents, chez les Célastrales et les Rhamnales où on a compté :

Aquifoliacées	g. *Ilex*	2n = 40
Celastracées	*Evonymus japonica*	2n = 32
	Evonymus europæus	2n = 64
Rhamnacées	g. *Rhamnus*	n = 10, 12, 13
	g. *Zizyphus*	n = 10, 12, 13
	g. *Acer*	n = 13

Chez les Vitacées, on est amené aux conclusions suivantes : *Eucissus* : son caryotype est nettement original dans la famille des Vitacées. Des investigations ultérieures permettront de savoir si la section *Cyphostemma* doit être élevée au rang de genre, *Cayratia* considéré par GAGNEPAIN comme un genre particulier, possède des chromosomes beaucoup plus petits que ceux des *Eucissus*.

Cependant *Cayratia tenuifolia* Gagnep. diffère nettement de *C. pedata* et *C. Carposa* par ses caractères morphologiques et par ses chromosomes très grands (plus grands que ceux des *Eucissus*) et un caryotype original.

En conclusion, la fragmentation du genre *Cissus* en trois sections ou 2 genres semble insuffisante ; le groupe des *Cissus* possède deux genres bien individualisés, *Eucissus* et *Cayratia*, et d'autres genres dont l'étude est à peine amorcée.

Le genre *Tetrastigma* semble bien caractérisé.

Les genres *Vitis*, *Ampelocissus*, *Ampelopsis* et *Parthenocissus* sont assez voisins les uns des autres. SHETTY insiste en particulier sur la parenté entre les caryotypes des *Vitis* et des *Ampelocissus* qui laisse supposer, dit-il, que les deux genres sont susceptibles d'être croisés.

On sait d'autre part que les *Ampelocissus* sont, après le genre *Vitis*, les Vitacées les plus intéressantes par leurs fruits qui rappellent ceux des *Vitis*. Leurs graines sont celles de *V. rotundifolia* et leurs feuilles sont souvent celles des vraies vignes [1].

La parenté entre *Parthenocissus* et *Ampelopsis* est un fait bien connu et maintes fois souligné. Ces vignes ne sont pas sans présenter quelque affinité avec le groupe précédent et des possibilités de croisement ont également été entrevues. Bien que non uvifères, elles peuvent présenter un jour un certain intérêt pour l'amélioration de la vigne.

En définitive, nos connaissances sur les Vitacées restent extrêmement succinctes en dehors de quelques genres bien étudiés, elles sont cependant suffisantes pour nous indiquer dans quelle voie les études sur ce sujet devraient être poursuivies.

II. — LE GENRE VITIS

Toutes proportions gardées, le genre *Vitis* n'est peut-être pas mieux connu dans son ensemble.

1º BOTANISTES ET AMPÉLOGRAPHES

Taxonomistes et généticiens s'accordent cependant pour y distinguer avec PLANCHON, deux sections, ou sous-genres (les dénominations importent peu tant qu'on ne possède pas une vue claire et précise de la question) :

a) La section *Muscadinia* qui renferme un petit nombre d'espèces subtropicales propres au nouveau monde : *Vitis rotundifolia* Michaux, *Vitis Munsoniana* Simpson, *Vitis Popenoei* Fennel. Son nombre chromosomique est $n = 20$.

b) La section *Euvitis* qui renferme toutes les autres espèces décrites jusqu'à ce jour. Son nombre chromosomique est $n = 19$.

Les Muscadiniées se rapprochent, par beaucoup de leurs caractères, des *Ampelocissus*. Des essais de croisements permettraient vraisemblablement de préciser le degré de parenté existant entre les deux groupes ; parenté qui est peut-être plus étroite qu'on ne le pense puisque la distinction repose avant tout sur les caractères sexuels qui, comme l'un de nous l'a montré précédemment, paraissent secondaires chez *Vitis*.

J. E. PLANCHON propose la classification suivante du genre *Vitis*.

[1] VIALA VERMOREL, *Ampélographie*, I 14.

Classification des espèces du genre Vitis *selon* PLANCHON.

	Sectio EUVITIS	Sectio MUSCADINIA
Séries I	Labruscæ	22 *Vitis rotundifolia* Michx
	1 *Vitis Labrusca* Linn.	Non satis notæ
Séries II	Labruscoideæ	*a*) Asiaticæ
	2 *Vitis Coignetiæ* Pulliat	23 *Vitis Pagnuccii* Romanet du Caillaud
	3 *Vitis candicans* Engelmann	24 *Vitis ficifolia* Bunge
	4 *V.* × *Champini*	25 *Vitis Romaneti* Rom. du Caill.
	4 *Vitis lanata* Roxburg	*b*) Americanæ
	5 *Vitis pedicellata* Lawson	26 *Vitis araneosa* Le Conte
	6 *Vitis caribæa* De Candolle	27 *Vitis monticola* Buckley
	7 *Vitis Thunbergii* Sieb. et Zuc.	28 *Vitis Bourgæana* Planchon
Séries III	Æstivales	
	8 *Vitis æstivalis* Michaux	
	9 *Vitis Lincecumii* Buckley	
Séries IV	Leucobryæ	
	10 *Vitis Californica* Bentham	
	11 *Vitis Arizonica* Engelm.	
Séries V	Cinerascentes	
	12 *Vitis Berlandieri* Planchon	
	13 *Vitis cinerea* Enhelm.	
	14 *Vitis coriacea* Shuttleworth	
Séries VI	Rupestres	
	15 *Vitis rupestris* Scheele	
Séries VII	Cordifolio-ripario-viniferæ	
	16 *Vitis flexuosa* Thunberg	
	17 *Vitis amurensis* Ruprecht	
	18 *Vitis cordifolia* Michx	
	V. × *æstivalis-cordifolia*	
	19 *Vitis riparia* Michx	
	V. × *Solonis*	
	20 *V. rubra* Michx	
	21 *V. Vitis vinifera* Linn	
	V. bryoniæfolia Bunge	

La nomenclature et la classification proposées par PLANCHON devaient subir certains remaniements inévitables, tant de la part de l'auteur lui-même que de celle des ampélographes français FOEX, VIALA, RAVAZ qui continuèrent son œuvre sans cependant la modifier profondément.

Un certain nombre d'espèces nouvelles sont admises :

V. Munsoniana Simpson, séparé de *V. rotundifolia*, vient doter la section *Muscadinia* d'une seconde espèce.

On croit également devoir distinguer :

V. bicolor Le Conte, qui vient se ranger tout naturellement dans la série des *Æstivales* entre *V. æstivalis* et *V. Lincecumii*.

V. Blancoii Munson, vigne de l'ouest du Mexique proche de *Vitis Caribæa* et à classer dans les Labruscoideae.

V. Balansæna Planchon, spécifiée sur échantillons d'herbier cueillis au Tonkin.

V. Davidii Romanet du Caillaud, provenant de semis de graines expédiées de Chine par l'Abbé A. DAVID et confondu d'abord par PLANCHON avec *V. Romaneti*.

V. Retordi Romanet du Caillaud, également diagnostiqué sur des plants provenant de graines expédiées du Tonkin.

Disparaissent :

V. Araneosa Le Conte, rattaché à *V. æstivalis* Michaux, et *V. ficifolia* Bunge, considéré comme une forme de *V. Thunbergii* Sieb. et Zuc.

Très rapidement d'ailleurs, les ampélographes français font porter toute leur attention sur un petit nombre d'espèces, celles introduites dans leurs collections et susceptibles de rendre des services immédiats à la viticulture. C'était la période de la Reconstitution, on recherchait des vignes susceptibles de résister au phylloxéra et de vivre dans les sols des régions traditionnellement viticoles.

Aussi a-t-on cherché à modifier ce qui avait été établi et en particulier la nomenclature de PLANCHON, dont les noms d'espèces, même fautifs, s'étaient répandus dans un public de plus en plus vaste et particulièrement tenace dans ses erreurs, celui des viticulteurs.

Il en est résulté un divorce, qui est allé en s'accentuant progressivement, entre la nomenclature reçue par les botanistes et celle enseignée dans les chaires de viticulture ; nous y reviendrons dans un instant.

Dans son Cours complet de viticulture, FOEX publie un essai de classification simplifiée des espèces de vignes. Dans un but pratique bien compréhensible mais éloigné de toute préoccupation scientifique, il crée des séries parallèles basées sur la répartition géographique des espèces, et élimine ce qui pourrait le gêner.

La plus intéressante modification apportée par FOEX est le classement de *V. Romaneti* dans les *Labruscoideæ asiaticæ*. Après lui, d'ailleurs, personne ne tentera plus d'établir une classification universelle des vignes croissant à l'état sauvage.

Tableau des principales espèces du genre Vitis (FOEX).

1º Section *Muscadinia*		*V. rotundifolia* Michx
		V. Munsoniana Simpson
	Série 1. — Labruscæ	*V. Labrusca* Linné
	Série 2. — Labruscoideæ americanae	*V. californica* Benth.
		V. caribæa D. C.
		V. coriacea Shuttl.
		V. candicans Engel.
	Série 3. — Æstivales	*V. Linsecomii* Buckl. (sic)
		V. Bicolor Le Conte
		V. Æstivalis Michx.
	Série 4. — Cinerascentes	*V. cinerea* Engelm.
		V. cordifolia Michx
		V. Berlandieri Planchon
	Série 5. — Rupestres	*V. monticola* Bucke.
2e Section *Euvitis*		*V. rupestris* Scheele
		V. arizonica Engelm.
	Série 6. — Ripariæ	*V. rubra* Michx.
		V. riparia Michx.
	Série 7. — Labrucoideæ asiaticæ	*V. Coignetiæ* Pulliat
		V. Romaneti Rom. du C.
		V. Thunbergii S. et Z.
		V. lanata Roxb.
		V. pedicellata Lawson
	Série 8. — Vignes non encore classées	*Spinovitis Davidi* Rom. du C.
		V. Pagnuccii Rom. du C.
		V. amurensis Rup.
	Série 9. — Viniferæ	*V. vinifera* Linn.

RAVAZ avait de tout autres préoccupations en rédigeant l'admirable travail qu'il a consacré aux vignes américaines qui lui paraissent seules dignes d'intérêt. Il s'agissait pour lui de fournir une méthode de détermination facile des cultivars américains

connus en France. Ce travail qui fut à la base de son enseignement à l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier a formé de nombreuses générations d'élèves qui l'ont répercuté dans le monde entier. Sa classification attribue peut-être une importance exagérée au caractère *vrille continue* ~ *vrille discontinue*. Elle a par contre l'avantage d'attirer l'attention sur la charpente foliaire et d'introduire en ampélographie les premiers éléments de biométrie.

L'œuvre de GALET se présente comme le prolongement de celle de RAVAZ et s'inscrit dans les mêmes préoccupations. Nous n'aurions donc pas eu à en discuter ici si elle n'avait le mérite d'insister sur l'importance qui doit être accordée chez les *Euvites* à la villosité des organes, caractère qui paraît bien être le fil conducteur d'une classification naturelle des Vignes.

De leur côté les botanistes n'ont pas cessé de poursuivre leurs travaux, au fur et à mesure que les ampélographes négligeaient l'étude d'espèces qui leur paraissaient sans intérêt cultural ; en toute quiétude et sans se soucier le moins du monde des recherches poursuivies dans les collections ampélographiques, ils herborisaient et spécifiaient dans l'ancien et le nouveau monde.

En Asie, LEVEILLÉ et VANIOT, MERRIL et METCALF, GAGNEPAIN, le japonais HAYATIA et le chinois HOU (HU) ont accru considérablement la liste des espèces signalées sans qu'on puisse toutefois penser que les connaissances ainsi recueillies apportent avec elles beaucoup de clarté.

Dans sa compilation sur les Vitacées, SUESSENGUTH adopte dans ses grandes lignes la clé proposée par GAGNEPAIN en 1911 tout en reconnaissant que, dans bien des cas, fleurs et fruits sont mal connus et qu'il est difficile de distinguer les populations hybrides des populations spécifiques. Cette clé, qui part d'une base trop fragile, la dimension des feuilles, ne présente aucun intérêt taxonomique.

En définitive, les espèces considérées comme suffisamment connues par SUESSENGUTH sont les suivantes :

V. flexuosa Thunb. (espèce n° 16, de PLANCHON ; VIALA et VERMOREL I ; 431), avec 6 variétés qui sont peut-être des espèces différentes et une espèce voisine,
V. chunganensis Hu qui peut n'être qu'une variété ;
V. Coignetiæ Pull. (espèce n'° 2 de PLANCHON ; VIALA et VERMOREL, I ; 426) ;
V. pentagona Diels et Gilg., reconnue par GAGNEPAIN comme étant la variété *Yunnanensis* distinguée par PLANCHON dans *V. Thunbergii*, cf. ci-dessous) ;
V. Wilsonæ Veitch, ordinairement considéré comme une forme spontanée de *Vitis vinifera* des régions sèches et rocheuses, rapprochement peu vérifiable en collection (1) ;
V. Piasezkii Maximowitch = *V. Pagnuccii* Rom. du Caill. (espèce n° 23 de PLANCHON ; VIALA et VERMOREL, I ; 439) ;
V. Bryoniæfolia Bunge = ? *V. Romaneti* Rom. du Caill. (cette dernière espèce portant le n° 25 de la classification de PLANCHON ; VIALA et VERMOREL I ; 435) ;
V. lanata Roxburg (espèce n° 4 de PLANCHON ; VIALA et VERMOREL I ; 444) ;
V. amurensis Ruprecht (espèce n° 17 de PLANCHON ; VIALA et VERMOREL, I ; 433 cf. aussi Ampelografija SSSR, I ; 118-125) ;
V. vinifera Linné (espèce n° 21 de PLANCHON) ;
V. Davidii Foex (Rom du Caill.) (VIALA et VERMOREL, I ; 437) ;

(1) Cf. BEAN W. J., *Trees and Shrubs*, **3** 7e éd. Londres, 1951, 534.

V. Thunbergii Sieb. et Zucc. (espèce n° 7 de PLANCHON, à l'exception de la var. *Yunnanensis*) ;
V. Balansæana Planchon (VIALA et VERMOREL, I ; 442) ;
V. Retordi Romanet du Caillaud (VIALA et VERMOREL, I ; 441) ;
V. Chungii Metcalf (1932) ;
V. Tsoi Merril (1932) ;
V. Hancockii Hance (= *V. Fagifolia* Hu).

L'énumération SUESSENGUTH-GAGNEPAIN ne consigne donc qu'un petit nombre d'espèces asiatiques parmi celles (plus de cinquante) qui ont été mentionnées jusqu'à ce jour. Malgré cette sévérité il semble que la liste des espèces bien connues et bien déterminées soit encore plus courte.

En définitive, à l'exception de quatre à cinq espèces bien déterminées : *lanata, Coignetiæ, amurensis, flexuosa* et *Piasezkii*, on ne sait rien ou presque rien sur les vignes asiatiques. Les autres espèces ont été décrites à partir d'échantillons d'herbier, de vignes de semis ou d'exemplaires considérés en un trop petit nombre de stations. C'est une lacune regrettable de nos connaissances et il n'est pas permis dans l'état actuel des choses de penser la combler.

Les vignes croissant spontanément en Amérique du Nord ont fait l'objet d'une remarquable monographie de L. H. BAILEY qui en a dressé le tableau suivant, renfermant 30 espèces, deux cultigens, deux hybrides (reconnus comme tels par BAILEY) et neuf variétés botaniques.

Classification des vignes d'Amérique du Nord, par L. M. BAILEY

Subgenus I. Euvitis	
1. — *Labruscoidæ.*	4. — *Cordifoliæ.*
1. — *Labrusca* L.	17. — *illex* Bailey
1a. — *labruscana* Bailey	18. — *cordifolia* Lam. (1793) *fœtida*
2. — *candicans* Engelm. *diversa.*	19. — *Baileyana* Munson
3. — *Shuttleworthii* House	20. — *Berlandieri* Pl.
2. — *Æstivales.*	21. — *Helleri* Small.
4. — *Lincecumii* Buckley *glauca*	22. — *palmata* Vahl
5. — *argentifolia* Munson	5. — *Vulpinæ*
6. — *æstivalis* Michx.	23. — *rupestris* Sch. *dissecta*
6a. — *Bourquina* Munson	24. — *Longii* Prince *microsperma*
7. — *rufotomentosa* Small.	25. — *monticola* Buchl.
8. — *sola* Bailey	26. — *Treleasei* Muns.
9. — *Simpsoni* Munson	27. — *vulpina* L. *syrticola, praecox*
10. — *Smalliana* Bailey	× *Slavinii*
3. — *Arachnoideæ.*	× *Andersonii*
11. — *Champini* Pl.	28. — *novæ-angliæ* Fernald, 1917
12. — *californica* Benth.	
13. — *Girdiana* Munson	
14. — *Doaniana* Munson	
15. — *arizonica* Engelm. *glabra*	
16. — *cinerea* Engelm.	
Subgenus II. Muscadinia	
29. — *rotundifolia* Michx	30. — *Munsoniana* Simpson

A cette nomenclature qui n'intéresse que les vignes du Canada, des États-Unis et du Nord du Mexique, il conviendrait d'ajouter parmi les espèces croissant en Amérique centrale ou dans les Antilles :

V. Bourgæana Pl. espèce mexicaine assez douteuse, décrite sur échantillons d'herbier ; peut être une Cordifoliée ;

V. Blancoii Munson, autre espèce mexicaine, vraisemblablement une Labrucoidée (Bailey : 205) ;

V. tiliæfolia Humb. et Bonpl. = *V. Caribæa* D. C., vigne de l'Amérique tropicale : Vénézuela, Panama, Porto Rico, Cuba. à classer bien entendu dans les Labruscoidées comme *V. lanata* qui est sa réplique asiatique ;

V. gigas Fenn. des Antilles et *V. Popenoei* Fenn. qui est une Muscadiniée du Mexique.

Ces modifications admises, il convient d'étudier de plus près le travail de Bailey et de le confronter aux travaux des ampélographes français.

Nous reviendrons sur les raisons qui ont déterminé Bailey à modifier la nomenclature ordinairement reçue dans les milieux viticoles. Tout en le regrettant comme on regrette ses vieilles habitudes, il faut convenir qu'elles sont bonnes et finiront par s'imposer. Le tableau suivant permettra d'ailleurs à chacun d'établir les rectifications nécessaires.

Concordance de la nomenclature de Bailey avec la nomenclature ampélographique.

1° Espèces dont la dénomination a été maintenue :

Labrusca, candicans, Lincecumii, æstivalis, californica, arizonica, cinerea, cordifolia, Berlandieri, rupestris, monticola, rotundifolia, Munsoniana.

2° Binomes modifiés par Bailey :

Botanistes		Ampélographes
V. Shuttleworthii House	=	*V. coriacea* Shutt.
V. argentifolia Munson	=	*V. bicolor* Le Conte
V. tiliæfolia Humb. et Bonp.	=	*V. caribæa* D. C.
V. palmata Vahl	=	*V. rubra* Michx.
V. vulpina L.	=	*V. riparia* Michx.

Les autres binomes qui figurent dans la nomenclature de Bailey peuvent représenter des espèces nouvelles souvent isolées : *rufotomentosa, sola, smalliana, illex, Helleri, novæ-angliæ.*

D'autres désignent des cultigens :

V. labruscana (les Labruscas cultivés ainsi isolés des Labruscas sauvages non seulement parce qu'ils s'éloignent de ces derniers par leurs propriétés culturales mais aussi parce qu'ils semblent posséder dans leur ascendance du « sang », comme disent les hybrideurs, de Viniféra) ;

V. Bourquina, autre tribu de cépages cultivés dans la partie méridionale des États-Unis, parmi lesquels le Jacquez, le Cuningham et la Pauline ne nous sont pas inconnus.

Puis viennent les binomes sous lesquels les ampélographes français ont cru devoir reconnaître des hybrides et que Bailey considère comme des espèces :

outre *labruscana* et *Bourquina* qui appartiennent par définition à ce groupe, citons :

V. Simpsoni, considéré comme constitué par des hybrides naturels de *cinerea* et de *coriacea* ;

V. Champini, nos hybrides Champin ; hybrides naturels de *rupestris-candicans* ;

V. Girdiana où nous voyons des *vinifera-californica* ;

V. Doaniana, représentant une population de *riparia-rupestris-candicans* voisins du *Solonis* et des *Novo-Mexicana* ;

V. Baileyana, qui selon VIALA (VIALA et VERMOREL, I ; 475) serait un hybride très net de *cordifolia* et de *riparia* ;

V. Longii, qui est notre *Solonis*, que tous les ampélographes français s'accordent à considérer comme un hybride complexe, vraisemblablement un *riparia-rupestris-candicans* ;

V. Treleasei, espèce douteuse selon RAVAZ, hybride sauvage de *californica-arizonica* selon VIALA (VIALA et VERMOREL, VII : 323) ;

V. novæ-angliæ, considéré par GRAY comme un hybride entre *V. vulpina* (*riparia*) et *V. Labrusca*.

Il est peut-être simpliste de voir dans ces divergences le reflet de deux mentalités différentes et l'opposition du pragmatisme américain au cartésianisme français (LEVADOUX, 1947). Il y a aussi le point de vue du botaniste qui veut classer à tout prix ce que lui offre la nature et celui de l'ampélographe que l'étude des hybrides artificiels a rendu circonspect et qui, d'autre part, s'est fait le plus souvent une idée trop étroite de l'espèce en identifiant plus ou moins dans sa pensée le *Vitis riparia* au cultivar Riparia gloire de Montpellier et le *Vitis Berlandieri* au Berlandiéri de las Sorres n° 9. Nulle part peut-être distingue-t-on mieux le coefficient humain, personnel, que le chercheur introduit à son insu dans son travail scientifique et dans ses conclusions.

Ceci dit, le problème reste entier ; c'est celui que nous avons déjà rencontré en Asie. On ignore où commence et où finit l'espèce, on ne sait trop ce qui doit être considéré comme une population d'hybrides.

BAILEY insiste sur les difficultés rencontrées et en fait l'historique détaillé : « Dès le début, nous dit-il, les vignes indigènes de l'Amérique du Nord ont été considérées comme particulièrement difficiles à définir et à identifier ». C'est l'évidence même, puisque certains auteurs comme REGEL et KUNTZE les réduisent à une ou deux espèces alors que d'autres en reconnaissent vingt ou trente. ENGELMANN parle du genre *Vitis* comme de « ce genre embrouillé ».

Cela tient pour partie, en particulier, à l'étonnant polymorphisme foliaire de la vigne (BUCKLEY, 1861) et surtout, nous dit BAILEY, « à l'insuffisance des herborisations, les échantillons ont été ramassés au petit bonheur, généralement de façon incomplète et lorsqu'on les réunit pour les étudier, ils ne sont pas comparables et plusieurs organes essentiels font défaut ».

La question de l'hybridation retient également l'attention de BAILEY et il en arrive à considérer, comme nous l'avons indiqué plus haut, que beaucoup d'hybrides naturels forment en réalité des genres. Nous reviendrons plus loin sur cette question importante, mais reconnaissons avec BAILEY que « l'importance de l'hybridation ne pourra être déterminée que lorsque nous connaîtrons les espèces ».

On voit clairement le travail qui reste à accomplir : élargir et approfondir la prospection des formes sauvages, non plus sur exsiccata ou en collection, mais dans la nature, et se livrer ensuite sur les échantillons rassemblés, à des séries d'observations qui permettent de mettre en évidence la nature des variations à l'intérieur de chaque groupe considéré.

Lorsqu'on aura une idée complète de chacun des principaux groupes, il sera alors possible de trancher avec assurance les cas douteux et d'établir une classifi-

cation taxonomique aussi satisfaisante que possible des diverses espèces qui constituent le genre *Vitis*.

Il ne faut pas nourrir trop d'illusions à ce sujet et le moment où un tel faisceau de connaissances sera rassemblé est vraisemblablement encore éloigné. Il convient donc, faute de mieux, de faire le point de nos connaissances actuelles sur le genre *Vitis* et de chercher à nous rapprocher le plus possible de la vérité en utilisant tour à tour les divers moyens qui restent à notre disposition.

2° Arguments cytologiques

Les recherches cytologiques ont porté sur un matériel suffisamment étendu pour que nos connaissances actuelles sur ce sujet, bien qu'incomplètes, puissent être considérées comme très fermes.

Ainsi que nous l'avons déjà mentionné le nombre chromosomique $n = 20$ est constant dans le subg. *Muscadinia*, il est $n = 19$ dans le subg. *Euvitis*. Que l'on connaisse des cultivars d'*Euvitis* à $3n = 57$, $4n = 76$ chromosomes ne change rien à l'affaire. Le cas d'hyperploïdie signalé par Husfeld chez deux plantes provenant du semis de *Riesling mosellan* ($2n = 40$) ne doit pas non plus retenir ici notre attention.

Des essais de croisements effectués entre *Muscadinia* et *Euvites* nous permettent de nous faire une idée satisfaisante de la parenté existant entre ces deux sous-genres.

Les recherches récentes de Patel et Olmo, confirmant et développant les travaux de Detjen, mettent en évidence une série de barrières génétiques existant entre les deux sous-genres. Le croisement *rotundifolia* × *vinifera* est impossible parce que, semble-t-il, le sac embryonnaire de *rotundifolia* ou les tissus adjacents s'opposent à la fécondation. L'opération inverse *vinifera* × *rotundifolia* est possible. Les hybrides F_1 ont $2n = 39$ chromosomes (19 chromosomes de *vinifera* et 20 de *rotundifolia*) ; ils sont vigoureux, uniformes mais pratiquement stériles.

En effet, ils peuvent porter des grappes qui à la floraison donnent beaucoup de grains millerandés sans pépins et quelques grains normaux avec pépins qui ne germent pas.

Les gamètes fonctionnels de ces hybrides ont $n = 20 \pm 1$ chromosomes. Les hybrides F_2, quand on peut en obtenir, sont faibles, les hybrides F_3 sont chétifs. Ce phénomène est vraisemblablement imputable à un déséquilibre génétique accusé.

Un hybride triploïde à 59 chromosomes a également été obtenu en combinant *rotundifolia* [(*Lincecumii* — *Labrusca* — *Vinifera*) × *rotundifolia*].

L'étude détaillée de la méïose chez les hybrides obtenus amène Patel et Olmo à considérer que *V. vinifera*, *V. Labrusca* et *V. Lincecumii* ont la même constitution génomique, bien que leurs chromosomes présentent des différences internes de structure. Ces espèces d'*Euvitis* auraient un génome de 13 chromosomes commun avec *V. rotundifolia* et chacune d'entre elles aurait un génome de 6 chromosomes qui lui serait propre.

En accord avec leurs différentes observations, ils proposent le schéma suivant :

Vitis vinifera	$13\ R^v R^v + 6\ AA$
V. rotundifolia	$13\ R^r R^r + 7\ BB$
F_1 *vinifera* × *rotundifolia*	$13\ R^r R^v + 6\ A + 7\ B$

et concluent à l'étroite parenté de *V. vinifera*, *V. Lincecumii* et *V. Labrusca* et à l'éloignement relatif des groupes *Muscadinia* et des *Euvitis*.

L'étroite parenté qui semble exister à l'intérieur du subg. *Euvitis* a également été vérifiée par SHETTY pour *V. vinifera* et *V. Labrusca* qui présentent des caryotypes identiques.

On peut donc se demander avec PATEL et OLMO si les différences constatées entre les espèces connues d'*Euvitis* sont suffisantes pour en faire vraiment des espèces.

Adopter une telle façon de voir aurait comme conséquence de nous fournir du genre *Vitis* le tableau suivant :

g. *Vitis* 2 espèces	*Vitis Muscadinia*	$n = 20$	chromosomes
	Vitis Euvitis	$n = 19$	chromosomes

Chacune de ces espèces, la seconde notamment, renferme de nombreuses sous-espèces ou variétés géographiques. Cette opinion est défendable. Toutefois, et dans le cadre actuel de la taxonomie botanique, son adoption ne présente aucun intérêt immédiat pour l'étude que nous nous sommes proposée et ne peut que jeter une confusion de plus dans une question suffisamment embrouillée par elle-même. Nous ne la signalons donc que pour l'abandonner. Il n'est cependant pas indifférent à celui qui se propose des travaux d'amélioration de la vigne de savoir que l'espèce pratique dont il se sert n'est pas l'exacte réplique taxonomique de l'espèce pratique dont use son collègue d'arboriculture ou de céréaliculture.

Définissons donc l'espèce dans le genre *Vitis* (Subg. *Euvitis*) comme une population très facilement identifiable par ses caractères morphologiques et anatomiques, séparée des autres espèces par des barrières qui peuvent être géographiques mais ne sont le plus souvent que d'imperceptibles, mais suffisantes, différences dans leur réaction au milieu (caractéristiques phénologiques, habitat...).

3° LES DONNÉES GÉOGRAPHIQUES

On sait que l'étude de la distribution des espèces est susceptible d'ouvrir des vues sur l'origine même de ces espèces, c'est-à-dire sur leurs relations taxonomiques (WULF, 1950). Ici encore les données recueillies sont insuffisantes pour que nous puissions espérer exploiter de façon complète cette voie de recherches.

Le botaniste évolutionniste aura d'abord son attention attirée par la présence de deux espèces tropicales vicariantes : *Vitis tiliæfolia* Humb. et Bonpl. (= *V. Caribæa* D. C.), propre à l'Amérique Centrale (des régions chaudes du Mexique au Vénézuela) et aux Antilles, et *Vitis lanata* Roxb., des régions tempérées et chaudes de l'Inde, de l'Annam et de la Chine méridionale. « Elle y représente à tel point la vigne tropicale des Antilles, nous dit PLANCHON, que j'ai vainement cherché des caractères bien nets pour séparer les deux plantes » (1). « Mais, ajoute VIALA, si nous en jugeons d'après les nombreux échantillons d'herbier du Muséum, les deux espèces, quoique ayant de grands rapports, ne peuvent cependant pas être confondues » (2). Cette réserve n'est que trop naturelle mais autant qu'il est possible d'en juger par les diagnoses publiées par VIALA, il s'agit de différences peu sensibles, en dépit de l'éloignement géographique des deux populations et d'une séparation qui remonte au miocène.

(1) PLANCHON, *Monographie*, 319.
(2) VIALA et VERMOREL, *Ampélographie*, I, 446.

Apparue au début du tertiaire dans des forêts tropicales semblables à celles où vivent de nos jours *V. lanata* et *V. tiliæfolia*, la vigne ne paraît y avoir été l'objet d'aucune évolution sensible. La similitude que présentent ces vignes actuelles avec des formes fossiles mal identifiées comme *V. dakotana* Berry pourrait nous conduire à voir dans les populations *lanata-tiliæfolia* la forme primitive dont seraient dérivées les autres vignes. Cette hypothèse ne sera cependant pas retenue pour l'évidente raison que d'autres espèces pourraient au même titre prétendre être élevées au rang d'ancêtre commun.

Le *V. Labrusca*, dont l'aire recouvre les régions nord-est des États-Unis, connaît dans le *V. Coignetiæ* Pull. une réplique extrême-orientale (Japon, Corée) qui ne se différencie de l'espèce américaine que par ses vrilles discontinues et l'absence de fox (Fig. 1). Le *Vitis Labrusca fossilis* Nathorst, du tertiaire récent de Nagasaki, présente d'évidentes ressemblances avec l'une et l'autre de ces deux espèces auxquelles il est possible de supposer un ancêtre commun. On pourrait opposer à cette assertion l'hypothèse d'une évolution convergente postérieure à la répartition des phylums américains et asiatiques, mais nous avons toute une série d'exemples où non plus deux espèces vicariantes mais bien une seule et même espèce présente une distribution disjointe du même type. Sont dans ce cas *Symplocarpus foetidus*, *Polygonum virginianum*, *Cypripedium arietinum*, et *Brachyelytrum erectum* auxquels exemples on peut ajouter la vicariance *Liriodendron Tulipifera*, *L. Chinense* (FERNALD, 1929).

Ces exemples laissent supposer qu'à une certaine époque les communications entre l'Extrême-Orient et l'Est atlantique étaient ouvertes à des plantes de climat tempéré et que les populations de vigne d'Amérique et d'Asie ont pu présenter antérieurement au quaternaire une grande similitude. Le fait même qu'on ait pu réunir dans deux groupes parallèles les *Labruscoideæ americanæ* et les *Labruscoideæ asiaticæ*, un grand nombre d'espèces de l'un et de l'autre continent renforce cette façon de voir.

La série VII de PLANCHON groupe également des formes asiatiques et des formes américaines. La parenté qui unit *V. flexuosa* Thunb. à *V. cordifolia* et à *V. vulpina* a été soulignée à plusieurs reprises. On a également remarqué que l'espèce la plus occidentale du vieux monde *V. vinifera* L. n'était pas sans présenter quelques analogies avec l'espèce et même les espèces les plus occidentales du continent américain. Il serait tentant de généraliser et de proposer des classifications parallèles et superposables pour les vignes de l'un et de l'autre continent. Mais ici il convient de faire montre d'une grande prudence si on ne veut pas tomber dans une fantaisie brillante mais dangereuse.

Un certain nombre de faits viennent d'ailleurs nous mettre en garde contre une telle anticipation : à côté des ressemblances évidentes prennent place des dissemblances non moins évidentes.

L'exemple le plus frappant, sinon le plus probant, est sans contredit cette curieuse vigne des montagnes de la Chine centrale décrite par les ampélographes sous le nom de *Vitis Pagnucii* Rom. du Caill. mais à laquelle il convient de conserver avec les botanistes le nom de *Vitis Piasezkii* Maxim. Elle est caractérisée par des feuilles lobées et foliolées comparables à celles des *Ampelopsis* (caractère qui, rappelons-le, s'est montré dominant dans les croisements avec *V. vinifera*). Nous ne lui connaissons aucune réplique américaine. On ne doit pas cependant attacher trop d'importance à un caractère mendélien simple. Bien que tranchée et facilement uti-

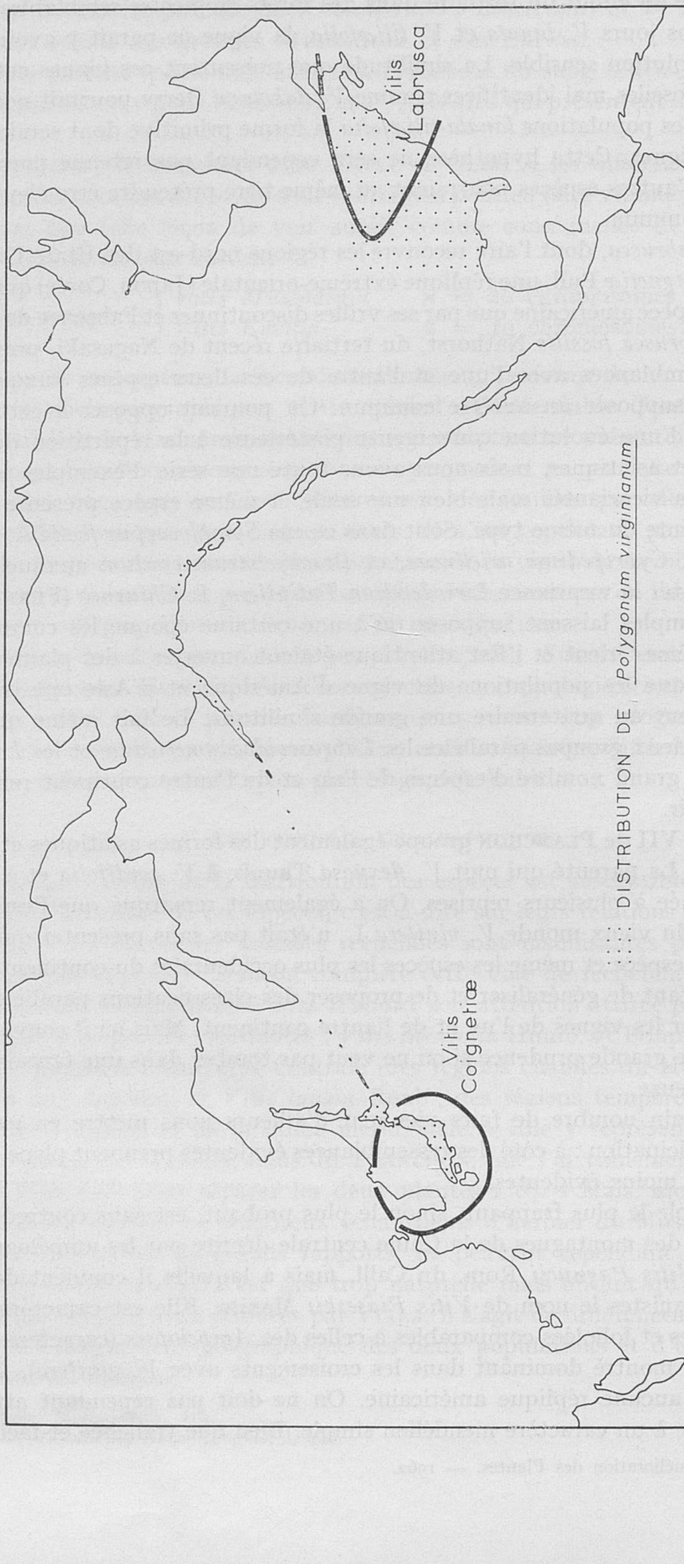

Vitis
Labrusca
Vitis
Coignetiæ
DISTRIBUTION DE *Polygonum virginianum*

FIG. I.

isable par les systématiciens, sa signification génétique peut être très faible. N'oublions pas que du cultivar *Chasselas lacinié* certains ont jadis voulu faire un *Vitis laciniosa*.

Mais s'il est un point par lequel vignes de l'ancien monde et vignes du nouveau monde semblent diverger, c'est bien dans leur comportement vis-à-vis des divers parasites qui les affectent. A la suite des premières études faites sur ce sujet on a admis, peut-être un peu à la légère, que les vignes américaines résistaient au phylloxéra et que les vignes eurasiatiques n'y résistaient pas. Les moyens d'investigation qui ont conduit à une telle conclusion ne sont pas exempts de critique. On devra donc se rappeler que les études n'ont pratiquement porté que sur les vignes introduites en France en collection et que nous ne savons rien ou à peu près rien du comportement de certaines espèces tropicales asiatiques ou américaines (*V. Blancoii, V. tiliæfolia, V. Lanata...*).

Des échelles de résistance ont été dressées. Elles ne concordent pas toujours entre elles, mais n'en sont pas moins instructives.

Résistances des vignes au phylloxéra radicicole
Échelle proposée par VIALA

20	*rotundifolia*
19	*vulpina, rupestris, cordifolia, palmata*
18	*Berlandieri, cinerea*
17	*æstivalis, monticola, arizonica*
16	*Lincecumii*
14	*candicans*
5	*Labrusca*
4	*californica*
2	*Coignetiæ, amurensis, Thunbergii*
00	*vinifera*

Elles nous permettent de constater :

1° Qu'une haute résistance au phylloxéra n'est pas la caractéristique obligatoire des vignes américaines, mais de certaines de ces vignes ;

2° que plusieurs espèces américaines, qui vivent naturellement dans des sols ou des régions où le phylloxéra se développe mal ou pas du tout, présentent une résistance assez faible au phylloxéra radicicole et à peine supérieure à celle des vignes de l'ancien monde.

On peut comparer en particulier les espèces vicariantes : *V. Labrusca V. Coignetiæ* et pseudo-vicariantes *V. californica V. vinifera*.

La résistance au phylloxéra de *V. amurensis* est si peu négligeable que des spécialistes de la question phylloxérique comme PRINZ ont pu l'introduire dans des croisements dans le but d'obtenir des hybrides à résistance partielle. Si on considère que le parasistime du phylloxéra est un fait spécifiquement américain, donc postérieur à la séparation des *Euvites* en deux groupes géographiques, on peut admettre que lorsque le puceron a commencé à choisir la vigne comme hôte, il a rencontré des espèces dont la résistance ne devait pas être éloignée de celle que présentent actuellement les vignes asiatiques : c'est-à-dire une résistance non nulle, mais faible. Un dernier mot sur ce sujet inépuisable du phylloxéra : dans ces conditions comment se fait-il que *V. vinifera* détaché du même tronc ne possède qu'une résistance nulle ? Nous pensons qu'il y a là une simple erreur de langage. Quand on parle de *V. vinifera*, on pense invariablement aux cultivars, c'est-à-dire à des végétaux auxquels manque

une partie des aptitudes qui permettaient à leurs ancêtres de résister aux parasites et aux intempéries. L'espèce sauvage n'est certes pas très résistante, elle l'est sûrement plus que les formes cultivées dont plusieurs ne sont pas d'ailleurs sans présenter une résistance qui, à vrai dire, n'est pas tellement éloignée de celle des vignes asiatiques et de nombreux hybrides producteurs directs. Il en est de même chez *Vitis Labrusca*. VIALA et RAVAZ (1902) accordent aux formes sauvages une note de résistance égale à 5 alors que les cultivars ont des notes de 3 (*Concord*), 4 (*Ive's seedling*) ou 5 (*Isabelle*). Entendons-nous bien, dans tout ce qui précède, nous parlons de degré de résistance et non de résistance pratique, ce qui est une toute autre chose ; le premier intéresse le généticien, la seconde le viticulteur.

La résistance des vignes au mildiou a fait récemment l'objet de recherches détaillées de l'un d'entre nous (BOUBALS, 1958).

Réceptivité des Euvites au Plasmopara viticola (B et C) Berl. et de T.

Résistance mécanique : *V. cinerea, coriacea, Coignetiæ, Romaneti, Pagnucii, betulifolia.*

0	*V. Wilsonæ*
1	*V. æstivalis, vulpina, palmata, Thumbergii, Piasezkii*
I-II	*V. Labrusca, argentifolia, cordifolia*
II	*V. candicans*
II-III	*V. Berlandieri, monticola*
III	*V. rupestris, reticulata*
III-IV	*V. Lincecumii*
IV	*V. amurensis, Davidi*
V	*V. californica, arizonica, armata, vinifera.*

Elle présente un aspect entièrement différent de la résistance au phylloxéra et il ne semble pas que le parasitisme ait été une cause importante d'évolution de la plante, à moins que l'on ne suppose avec GOLOVINA l'existence d'un type archaïque de *Plasmopara* antérieur à la séparation des vignes en deux groupes géographiques distincts. Mais il serait bien difficile, faute de bases solides, de proposer d'autres précisions. Ce qu'il convient de retenir, c'est qu'on trouve autant d'espèces résistantes en Eurasie qu'en Amérique et autant d'espèces sensibles en Amérique qu'en Eurasie.

Encore une fois nous en arrivons à constater entre les *Euvites* du vieux et du nouveau monde un parallélisme étroit.

4° LE PROBLÈME DES HYBRIDES NATURELS

Nous avons laissé précédemment botanistes et ampélographes sur leurs positions respectives, relativement à l'hybridité ou à la spécificité de nombreuses populations de vignes américaines. Recherchons s'il est possible d'apporter un peu de lumière à cette question disputée.

Voyons comment les choses se passent dans la nature. Nous nous bornerons d'abord à étudier la répartition des vignes dans un État de l'Union.

La figure 2, réalisée d'après les documents rassemblés par Frank C. GATES pour le Kansas, nous donne une vue assez nette de la façon dont se recouvrent les espèces sur le territoire américain. On remarquera en particulier que *V. cinerea, V. cordifolia* et *V. vulpina* sont superposés dans tout l'est de l'État sans que, pour cela, aucune population hybride soit signalée.

Les hybrides artificiels obtenus entre ces espèces sont cependant fertiles et vigou-

reux (en particulier les *vulpina* × *cordifolia*), le croisement est donc possible ; s'il ne se réalise pas, c'est que vraisemblablement la floraison n'est pas simultanée chez les trois espèces. *Vulpina* fleurit le premier, puis *cordifolia*, puis *cinerea* « qui ouvre ses fleurs un peu plus tard qu'aucune autre de nos espèces » (ENGELMANN) (1).

On pourrait également invoquer des habitats différents bien qu'inclus dans de vastes aires sympatriques. Ce n'est pas ce que semble indiquer GATES qui note :
« *V. cordifolia*, along streams in woods and thickets. Liana.
« *V. cinerea*, alluvial woods and thickets. Liana.
« *V. vulpina*, alluvial woods and thickets along streams. Liana ».

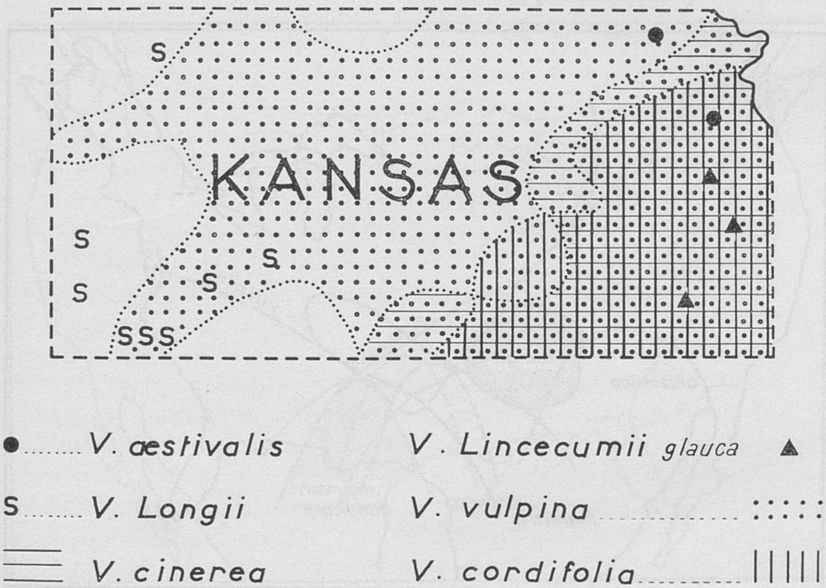


FIG. 2.

Notons cependant que de faibles différences dans le choix de l'habitat, et ce que nous connaissons de ces espèces permet de considérer la chose comme très probable, suffiraient pour que les croisements soient impossibles. Le pollen de la vigne (nous parlons des *Euvites*) ne paraît pas être véhiculé par les insectes, il est lourd et le vent ne le transporte jamais très loin, tout au plus est-il projeté à quelques décimètres lors de l'anthèse ; la fécondation n'est par conséquent possible qu'entre deux plantes voisines. Il faut donc des conditions exceptionnelles pour que des hybrides apparaissent. Mais cette occurence n'est pas exclue. S'il s'avérait, ce qui reste à démontrer, que *V. Baileyana* n'est qu'un hybride de *cordifolia-vulpina*, on pourrait supposer que les conditions requises pour que la fécondation des deux espèces susnommées se réalise se rencontrent dans la région médiane des monts Appalaches.

Un autre fait intéressant qui apparaît sur la carte est la présence, dans l'ouest et surtout dans le sud-ouest de l'état de Kansas, de stations de *V. Longii*. N'oublions

(1) Cette dernière précision ne semble pas se vérifier dans les collections de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier. GALET note comme date de floraison : *V. riparia*, 10-12 mai ; *V. cordifolia*, 30 mai-3 juin ; *V. candicans*, 30 mai-3 juin mais comme il s'agit d'espèces fortement polytypiques ces chiffres peuvent ne pas s'appliquer aux populations naturelles considérées.

pas qu'il s'agit là de notre *Solonis* ou des formes voisines connues sous le nom de *Novo-Mexicana* et que l'on considère ordinairement comme des hybrides complexes.

Si les ampélographes sont d'accord sur ce point, ils divergent d'ailleurs sur l'identification *a posteriori* des espèces parentales.

MILLARDET a proposé d'y voir un *vulpina-rupestris* puis un *vulpina-rupestris-candicans-cordifolia*. RAVAZ penche pour un *vulpina-arizonica*, VIALA pour un *vulpina-candicans*.

Aucune de ces hypothèses ne paraît se vérifier au Kansas où *V. Longii* se présente comme une espèce à la limite de son aire mais dont la présence n'a aucun lien avec les espèces parentales supposées.

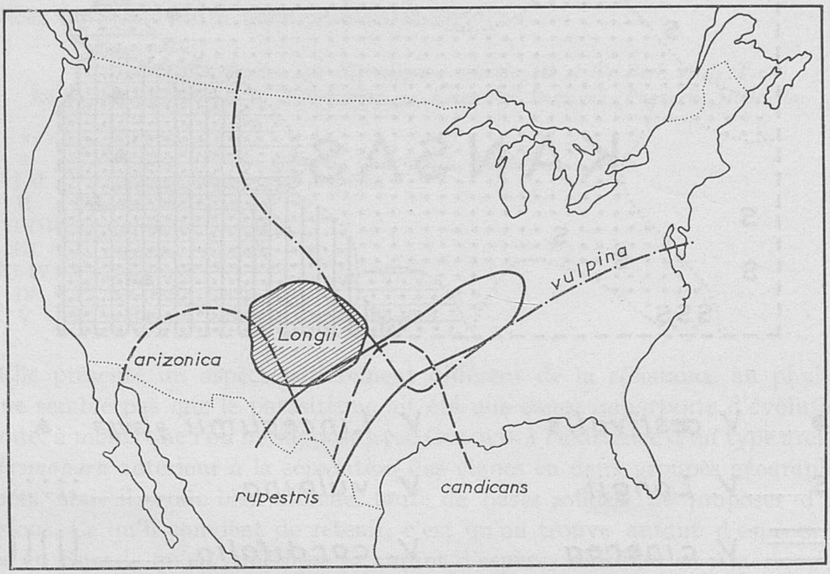


FIG. 3.

Voyons si les données, moins précises, il est vrai, mais portant sur l'ensemble du territoire américain nous permettront d'avoir une vue plus claire de la question. Nous avons porté sur la carte (fig. 3) l'aire de *V. Longii* (présumé Solonis) et de ses parents supposés : *V. arizonica, V. rupestris, V. candicans* et *V. vulpina* en nous en rapportant aux données obligeamment communiquées par N. H. LOOMIS de Meridian, Mississippi. L'aire de la population *Novo-Mexicana* (*V. Longii*) est tangente aux aires des parents putatifs ; parmi les explications proposées, celle de RAVAZ s'élimine d'elle-même puisque *V. vulpina* et *V. arizonica* sont nettement allopatriques. L'hypothèse de MILLARDET et celle de VIALA seraient mieux défendables, on verrait à la rigueur le Solonis naître dans le quart sud-est de l'Oklahoma et de là émigrer vers l'ouest. Cela cadre très bien avec les observations de STEBBINS qui constate chez le genre *Quercus* des groupements d'hybrides sur les franges de deux aires spécifiques allopatriques se chevauchant [1]. Il est vrai que les hybrides signalés dans le genre *Quercus* se disjoignent et que ces disjonctions sont si marquées que l'on retrouve facilement dans les descendances des individus présentant les types paren-

[1] STEBBINS, 1950, 61 et seq.

taux. Ce n'est pas le cas pour le *Solonis* qui, nous le savons, se multiplie assez fidèlement de semis (Agnel, 1945) et qui sous le nom de *V. Longii* occupe une aire naturelle étendue où aucune autre espèce ne croît (1). Même en lui supposant une origine hybride, qui reste indéterminable, *V. Longii* représente bien une espèce au sens qu'il convient d'attribuer à ce mot, c'est-à-dire un système de populations séparées des autres espèces reconnues comme telles par des discontinuités prononcées.

Le cas de *V. Champini*, n'est pas aussi facile à résoudre si nous conservons la même optique : les aires de *V. rupestris* et de *V. candicans*, ses parents supposés, sont nettement sympatriques et l'aire de *V. Champini* est bien inclue dans les précédentes. Rien ne s'oppose à ce qu'il s'agisse d'une population hybride. Seule une

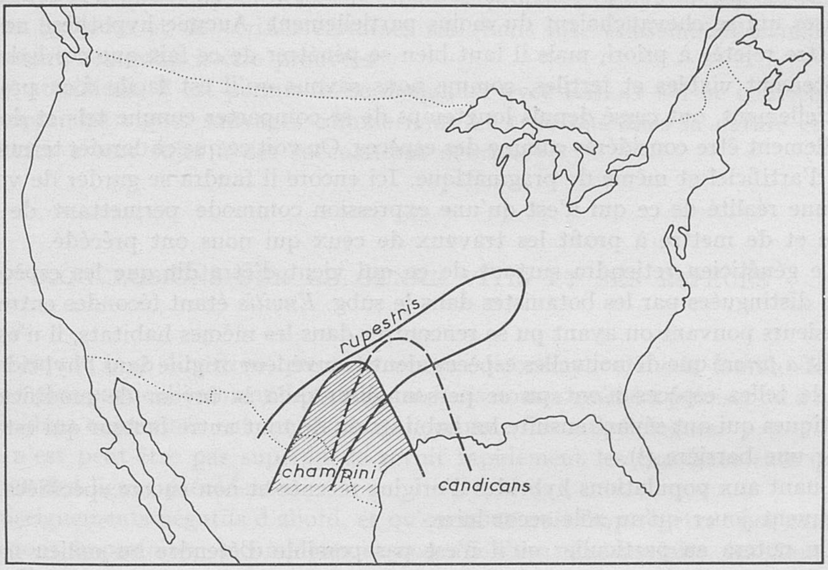


Fig. 4.

étude sur place permettrait vraisemblablement de trancher la question ; il est difficile cependant d'admettre que deux espèces sympatriques interfertiles puissent subsister longtemps si la proximité des habitats permet réellement que ces hybridations viables et fertiles se réalisent sur une grande échelle (Figure 4).

Qu'il se reproduise accidentellement des hybrides de *candicans-rupestris*, c'est possible ; que ces hybrides soient à l'origine de la population Champin, c'est également possible ; mais la population semble bien occuper des habitats qui lui sont propres (2). Munson a indiqué que les « Champins » ne se disjoignent pas. Nous ne sommes donc pas loin de nous rallier à sa thèse et de considérer cette population comme « une excellente espèce bien individualisée : le *V. Champini* ».

Il peut en être de même dans les autres cas, car Bailey n'a rien proposé à la légère. Il possédait sur les ampélographes français l'incomparable avantage de disposer d'un matériel de travail beaucoup plus complet ; de plus il se trouvait sur place.

(1) Bailey, 229.
(2) Viala et Vermorel, *Ampélographie*, I, 468.

Inversement les thèses défendues par nos maîtres reposaient également sur des observations approfondies de matériel réuni en collections, elles étaient également éclairées par la comparaison des spécimens sauvages vivants avec des hybrides artificiels d'origine connue. Peut-être se sont-ils trompés dans tel cas particulier mais leur impression, celle d'hommes qui vivaient au contact permanent de la vigne, ne doit pas être rejetée sans de sérieuses preuves. L'essentiel de la divergence repose sur des mots et sur une interprétation trop étroite du mot « espèce ». A la lumière des travaux des généticiens modernes, il est possible de penser que beaucoup d'espèces de vignes, bien que de nature hybride, n'en sont pas moins des espèces.

Rien n'empêche, par exemple, que deux espèces actuellement nettement allopatriques comme *V. vulpina* et *V. arizonica* aient pu à une certaine époque avoir des aires qui se chevauchaient du moins partiellement. Aucune hypothèse ne peut donc être rejetée à priori, mais il faut bien se pénétrer de ce fait que ces hybrides, parfaitement viables et fertiles, comme nous savons qu'il est facile d'en produire artificiellement, ont cessé depuis longtemps de se comporter comme tels et doivent actuellement être considérés comme des espèces. On voit ce que ce dernier terme peut avoir d'artificiel et même de pragmatique. Ici encore il faudra se garder de vouloir faire une réalité de ce qui n'est qu'une expression commode permettant de s'entendre et de mettre à profit les travaux de ceux qui nous ont précédé.

Le généticien retiendra surtout de ce qui vient d'être dit que les espèces de vignes distinguées par les botanistes dans le subg. *Euvitis* étant fécondes entre elles et plusieurs pouvant ou ayant pu se rencontrer dans les mêmes habitats, il n'est pas interdit *a priori* que de nouvelles espèces aient trouvé leur origine dans l'hybridation, mais de telles espèces n'ont pu se personnaliser qu'à la faveur de modifications climatiques qui ont séparé ensuite les habitats ou de tout autre facteur qui est venu établir une barrière [1].

Quant aux populations hybrides d'origine récente et non encore spécifiées, elles ne peuvent jouer qu'un rôle secondaire.

On notera en particulier qu'il n'est pas possible d'étendre au milieu naturel tout ce qui a été observé en collection : il est facile, avons-nous dit, d'obtenir par croisement artificiel des hybrides entre n'importe quelles espèces du subg. *Euvitis* ; de tels hybrides possèdent souvent une vigueur remarquable (phénomène d'hétérosis) qui les désigne rapidement à l'attention de leurs obtenteurs et des viticulteurs. Mais n'oublions pas que l'intervention de l'homme introduit dans un processus normal un grand nombre de facteurs qui ne peuvent se réaliser qu'accidentellement dans la nature (conservation du pollen, transport, isolement, parfois aussi castration).

L'hétérosis favorise la diffusion en culture de nouvelles obtentions plus vigoureuses que les plantes provenant d'espèces pures. Mais ces obtentions vigoureuses sont également de gros consommateurs, elles réclament des conditions de vie artificielle : labour, fumures, qui s'éloignent sensiblement de celles présentées par le milieu naturel où elles ont à affronter la concurrence des autres végétaux, des prédateurs et des parasites. Dans la nature l'hétérosis peut être un désavantage sérieux. Enfin les hybrides artificiels sont multipliés végétativement, non sans peine ni sans précautions multiples. Dans le milieu naturel la fécondation libre assure seule ou à peu près seule la reproduction de la population et nous savons que beaucoup

[1] STEBBINS, 279 et seq.

d'hybrides, le 1202 *C* par exemple, aux floraisons luxuriantes sont néanmoins de mauvais pollinisateurs (1).

On peut donc penser que dans la nature les hybrides sont désavantagés par rapport aux espèces parentales et ne peuvent former en définitive que des populations précaires tant qu'il n'y a pas spéciation.

Bien que nous nous défendions de vouloir conclure, il paraît bien, au cas d'espèce près, que dans l'occurrence, ce sont les botanistes qui ont vu juste ; pour s'en assurer pleinement il serait cependant nécessaire d'analyser la variation et la polytypie d'un certain nombre d'espèces indiscutées comme *V. vulpina*, *V. rupestris*, *V. Berlandieri*... Cela réclame une herborisation sur de vastes surfaces et des vérifications au champ d'essai. On pourrait dans un deuxième stade se proposer de synthétiser les espèces réputées hybrides et de vérifier certaines assertions fort vraisemblables mais qui gagneraient beaucoup à être prouvées.

En attendant, il est permis de se demander avec Bailey s'il ne convient pas « d'accepter les vignes sauvages comme nous les trouvons dans la nature et sans nous livrer à leur sujet à des spéculations débridées ».

CONCLUSIONS SUR LE GENRE VITIS ET SES ESPÈCES

Le rapide tour d'horizon que nous venons d'accomplir dans la famille des Vitacées et plus particulièrement dans le genre *Vitis* nous a amené à préciser ou à modifier les idées communément reçues dans le monde des ampélologues.

Il n'est peut-être pas superflu de revoir rapidement les enseignements qui se dégagent des lignes précédentes.

Enseignements négatifs d'abord, et qu'on ne saurait trop répéter : nos connaissances sont imparfaites, incomplètes et non affermies. Les parfaire, les compléter et les affermir sera une œuvre difficile au sens le plus concret du mot puisque les vignes vivent dans des lieux d'accès mal commode et même périlleux, longue, puisqu'elles recouvrent la moyenne partie de l'hémisphère nord, délicate, puisque ce travail requerra la mise au point d'un système de mesures convenables et l'application de méthodes d'interprétation judicieuses.

Puisque les certitudes taxonomiques sont momentanément retirées à l'amélioration des plantes cultivées, force lui est de se retourner une fois de plus vers les vraisemblances qui lui seront autant de jalons posés sur une route imparfaitement tracée.

A la lumière de ce qui a été mis en évidence, les vignes qui semblent devoir retenir notre attention peuvent être groupées en unités taxonomiques que nous appellerons espèces mais qui sont en réalité des *écospecies*.

Les écospecies (nos espèces linéennes) se groupent à leur tour en deux cenospecies correspondant chacune aux sections ou aux sous-genres *Muscadinia* et *Euvitis*.

Le genre *Vitis* s'inclut lui-même dans un vaste *comparium* qui comprend vraisemblablement toutes les Vitacées à $2n = 40$ chromosomes.

(1) Breider, 1940 et Levadoux, 1946, 51.

Ainsi les vignes vraies (*Euvites*) nous offrent le tableau d'un groupe de plantes étroitement apparentées et susceptibles par ailleurs d'un polymorphisme extraordinaire. Rien n'est à la fois plus près génétiquement et plus dissemblable morphologiquement que *V. vinifera, V. lanata* et *V. vulpina.*

Chacune de ces écospecies est à son tour capable d'un polymorphisme qui décourage toute tentative de classification : pensons par exemple aux milliers de cultivars de *V. vinifera.* Cette richesse de formes peut laisser supposer une plasticité génétique remarquable. A l'intérieur de la zone tropicale et de la zone tempérée chaude, en dehors des déserts, chaque habitat ou presque paraît susceptible de recueillir une forme de vigne qui lui soit particulièrement adaptée, une vigne qui lui soit propre.

Cette population, quelle que soit son origine, se « spécie » dès que la plus frêle barrière la sépare des populations dont elle est issue, mais cette spéciation, qui peut être très poussée morphologiquement, n'est jamais génétiquement très profonde.

Séparés depuis un nombre impressionnant de millénaires *V. vinifera* et *V. Labrusca,* à peine remis en contact, ont donné naissance à une grande quantité de plantes hybrides, les *labruscana* de BAILEY.

Ce n'est vraisemblablement pas sans raisons profondes que le comportement du genre *Vitis* tel qu'il apparaît dans les lignes qui précèdent est très voisin de celui du genre *Quercus* étudié en détail par STEBBINS et de celui de plusieurs autres plantes ligneuses des régions tempérées comme *Acer, Fraxinus, Vaccinium, Ceanothus* et *Diplacus.* Ce que ce mode de comportement a de particulier c'est non seulement que les espèces sont répandues sur de vastes régions, c'est aussi que celles dont les aires coïncident presque complètement sont isolées les unes des autres par des barrières de nature écologique, de telle sorte qu'en dépit de l'interfertilité des espèces, les hybrides sont surtout occasionnels ou n'apparaissent qu'en des points précis. De telles plantes, nous dit STEBBINS, possèdent de très grandes possibilités évolutives.

Ajoutons que ces possibilités sont encore accrues en ce qui concerne la vigne en raison d'une particularité trop souvent passée sous silence. On oublie en effet que si la vigne se bouture, se provigne ou se marcotte en culture, c'est qu'elle possède à un certain degré cette propriété à l'état naturel. Là, dans le milieu humide et ombreux des sous-bois, il est facile d'observer, comme pour la plupart des épiphytes, la formation de racines adventives robustes prêtes à s'enfoncer dans le sol si quelque accident fortuit vient projeter à terre la liane ou encore si elle est sectionnée à sa base ou écorcée par un rongeur ou, enfin, si elle se trouve entraînée par le flot d'une inondation. Ce n'est pas par hasard que la vigne présente à l'égal de beaucoup de plantes pérennes et en particulier des plantes pérennes des forêts une tendance à l'apomixie partielle. Ce phénomène évolutif signalé par STEBBINS correspond à une sorte d'économie dans un milieu où la longévité des parents et la densité du peuplement interdisent à un nombre considérable de jeunes plantes de survivre. Contrairement à ce qu'on pourrait penser, nous signale le même auteur (1) cette propriété de recourir au moins partiellement à des procédés apomictiques de propagation est un facteur de polymorphisme très accusé. Grâce à elle, en effet, les hybrides qui sans cela n'auraient été que des formes transitoires peuvent se propager, certaines mutations géniques ou chromosomiques se produisent avec une plus grande fréquence

(1) STEBBINS, 405 et seq.

et trouvent d'autre part un moyen de survivre au brassage des phénomènes sexuels, enfin ce mode de propagation, qui est en somme une assurance de perpétuité pour la plante, s'accompagne d'une grande adaptabilité au milieu ambiant et à ses variations, ce qui se traduit par une variabilité frappante.

Reçu pour publication en mai 1961.

SUMMARY

THE GENUS *Vitis* AND ITS SPECIES

The breeding of a cultivated plant cannot be undertaken without a thorough knowledge of the material used.

The notions widely held among the vine-growers, after the works of the great french ampelographs have unfortunately not been revised since about 50 years.

In the light of progress made in taxonomy, cytology, historical geography, evolutionary genetics and plant breeding, the authors have tried to bring corrections to the traditional theories which can be now considered as being out-of-date.

In the family of *Vitaceae*, it is possible to distinguish a comparium containing the genera with $2n = 40$ chromosomes. In this comparium there appears a remarkable exception, the cenospecies *Euvitis* to which nearly all the cultivated vines belong, and which is characterized by a chromosome number of $2n = 38$.

The linnean species, traditionnally differentiated within this cenospecies, are ecospecies between which no genetical barrier can be observed.

The evolutive behavior of these species is closely related to the behavior of the species in the genus *Quercus*. Vine, on the other hand, has a strong tendency to vegetative apomixis.

Then, one may think that the vine material has evolutive properties and a high possibility of being improved.

ZUSAMMENFASSUNG

DIE GATTUNG VITIS UND IHRE ARTEN

Pflanzenzüchtung ist ohne vertiefte Kenntniss des benützten Pflanzen-materials nicht denkbar.

Die in Winzerkreisen durch die Arbeiten der bedeutenden französischen Ampelographen verbreiteten Kenntnisse haben leider seit einem halben Jahrhundert keine Nachprüfung erfahren.

Im Lichte der in Taxonomie, Zytologie, historischer Geographie, Evolutionsgenetik unf Pflanzenzüchtung erzielten Fortschritte haben sich die Autoren bemüht, die traditionellen Ansichten, die vielfach als überholt angesehen werden können, zu verbessern.

In der Familie der Rebgewächse gibt es ein Komparium mit Gattungen in denen $2n = 40$ chromosomen. Darin steht als besondere Ausnahme die Coenospezies *Euvitis,* zu der fast alle gepflanzten Reben gehören, mit der Chromosomenzahl $2n = 38$, innerhalb derselben die traditionellen Arten (Ecospezien) keinerlei genetische Grenzen haben.

Das Evolutionsverhalten dieser Arten stimmt mit dem der Gattung *Quercus* überein. Anderseits hat die Rebe eine besondere Fähigkeit zur vegetativen Apomixis.

Es ist deshalb anzunehmen, dass das Rebennmaterial evolutive Eigenschaften und eine hohe züchterische Potentialität besitzt.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGNEL H., 1945. Origine du *Solonis* et de ses hybrides. *Progr. Agric. Vitic.*, **123**, 227-230 et **124**, 33-36, 51-55.

BAILEY L. H., 1934. Vites peculiares ad Americam borealem. *Gentes Herbarum*, **3**, 149-244.

BOUBALS D., 1959. Contribution à l'étude des causes de la résistance des Vitacées au mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola* (B. et C.) Berl. et de T.) et de leur mode de transmission héréditaire. Thèse, Montpellier. *Ann. Amélior. Plantes*, **9**, 5-233.

BOUBALS D., 1961. Étude de la résistance des Vitacées à l'oïdium. *Ann. Amélior. Plantes,* **11**, 401-500.
BREIDER H., 1940. Uber Pollenfertilität der Rebenarten und ihrer F_1-Bastarde. *Züchter,* **12**, 209-212.
DETJEN L. R., 1919. The limits in hybridization of *Vitis rotundifolia* with related species and genera. *North Carolina Agric. Exp. Sta., Techn. Bull.,* **17**, 1-25.
DETJEN L. R., 1919. Some F_1 hybrids of *Vitis rotundifolia* with related species and genera. *North Carolina Agric. Exp. Sta., Techn. bull.,* **18**, 1-50.
FERNALD M. I., 1929. Some relationships of the flora of the northern hemisphere. *Proc. Intern. Congress Plant Sci.* Ithaca, **2**, 1482-1505.
FOEX G., 1895. *Cours complet de viticulture.* 4[e] éd., Montpellier-Paris.
GALET P., 1956. *Cépages et vignobles de France. I. Les vignes américaines.* Montpellier.
GATES F. C., 1940. *Flora of Kansas.* 219-220. Agric. Exp. Sta., Manhattan, Kansas.
LEVADOUX L., 1946. Étude de la fleur et de la sexualité chez la vigne. *Ann. Ecole Nat. Agric., Montpellier,* n. s., **27**, 1-89.
LEVADOUX L., 1947. Un problème de lexicologie viticole : la nomenclature scientifique des vignes américaines. *Bull. Off. Intern. Vin.,* **194**, 13-15.
MUNSON T. V., 1890. *Classification and generic synopsis of the wild grapes of North America.* Dallas, Texas.
NEGRUL A. M., 1946. Semejstvo *Vitaceæ* Lindley, in *Ampelografija S. S. S. R.,* **1**, 45-132.
PATEL G. I. and OLMO H. P., 1935. Cytogenetics of *Vitis.* I. The hybrids *V. vinifera* × *V. rotundifolia. Amer. J. Bot.,* **42**, 141-159.
PLANCHON J. E., 1883-1887. Monographie des Ampélidées vraies, in *Monographia Phanerogamarum Al. et C. de Candolle,* V, 305-648.
PRINTZ Y. I. et KISKIN P. Kh., 1957. Use of amur-grape for breeding frost-, mildew- and phylloxera-resistant vines. *Vestnik seljsk. nauki,* **10**, 75-86.
RAVAZ L., 1902. *Les vignes américaines. Porte-greffes et producteurs directs.* Montpellier-Paris.
SHETTY B. V., 1959. Cytotaxonomical studies in *Vitaceæ. Bibl. Genetica,* **18**, 167-272.
STEBBINS G. L., 1950. *Variations and evolution in Plants.* N. Y.
SUESSENGUTH K., 1953. Rhamnaceæ, Vitaceæ, Leeaceæ in H. HARM. *Die natürlichen Pflanzenfamilien,* p. 200, Berlin.
VIALA P. et RAVAZ L., 1902. *Les vignes américaines, adaptation, etc...* Montpellier.
VIALA P. et VERMOREL V., 1910. *Ampélographie,* I. Paris.
WULF E. V., 1950. *An introduction to historical plant geography.* Waltham, Mass.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (1), 45-58.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE, DE L'ÉCLAIREMENT ET DU STADE DE LA PLANTE SUR L'EXPRESSION DE LA SENSIBILITÉ A UN BIOTYPE DE ROUILLE JAUNE DE QUELQUES VARIÉTÉS FRANÇAISES DE BLÉ.

E. POCHARD, C. GOUJON et S. VERGARA
Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles. (Seine & Oise).

SOMMAIRE

Les contaminations artificielles de Rouille jaune sur plantules. en serre, sont difficiles à interpréter, les réactions variétales étant fonction de l'époque de l'année où les tests sont conduits. Les notations deviennent très aléatoires au printemps, lorsque la température dépasse 20°. Par contre, les infections réalisées en chambre climatisée, à 10°, sous éclairage artificiel, permettent de classer aisément les dix variétés de la série de référence. Cette méthode permet de mettre en évidence l'influence des conditions subies par les plantules avant la contamination sur l'intensité de la sporulation et la vitesse de progression du mycélium dans la feuille. Les plantules trop âgées ou présentant un étiolement intense ne manifestent qu'une sensibilité atténuée.

Dans les conditions de plein champ, la sensibilité variétale évolue considérablement avec le développement de la plante. Les notations réalisées sur plantules, combinées aux observations de plein champ, permettent de répartir les variétés étudiées en six groupes d'après l'évolution des symptômes au cours du cycle annuel.

INTRODUCTION

La sélection du Blé tendre pour la résistance aux Rouilles met en œuvre des contaminations artificielles au stade plantule, en serre, en conditions partiellement contrôlées. Toute connaissance approfondie des mécanismes de l'interaction plante-parasite repose, en effet, sur la réalisation d'épidémies artificielles qui ne sont possibles que grâce à la multiplication, en serre, de souches monosoriques. Les souches retenues doivent, préalablement, être éprouvées quant à leur virulence sur des plantules appartenant à des séries variétales différentielles et, après la réalisation de l'épidémie, des prélèvements doivent être fait pour vérifier que la composition de l'inoculum n'a pas varié.

Ces diverses techniques sont bien connues des spécialistes des problèmes de résistance à la Rouille noire. Cependant des études précises destinées, par exemple, à étu-

dier la répartition des plantes sensibles et résistantes dans les générations de disjonction, montrent combien il est important d'avoir un semis parfaitement homogène pour obtenir une information réellement valable sur les caractéristiques de résistance de chaque plante individuelle.

Ces difficultés se trouvent considérablement aggravées dans l'étude de la Rouille jaune (*Puccinia glumarum* SCHM. ERIKSS. et HENN).

L'expression de la sensibilité des variétés de Blé est, dans ce cas, beaucoup plus fluctuante, et le problème de la détermination des races n'a pas encore reçu de solution absolument satisfaisante. Les auteurs européens BATTS, GASSNER et STRAIB, FUCHS, MACER et ZADOKS, ont mis au point des méthodes de notation et créé des séries différentielles dont l'usage s'avère assez délicat.

Parmi les difficultés rencontrées dans les contaminations sur plantules, en serre, même lorsque l'on limite les essais à une période de l'année où l'insolation n'est pas trop forte, la plus importante est *l'hétérogénéité de réponse* à la contamination de plantes possèdant le même génotype, hétérogénéité dans le temps, mais aussi hétérogénéité à l'intérieur d'un semis unique. Ce phénomène semble essentiellement lié à l'action de facteurs limitants (température trop élevée, lumière trop faible, humidité insuffisante), mais il possède surtout la caractéristique de se manifester avec une intensité dépendant directement du *génotype* de la plante.

Ainsi, certaines variétés présentnet des notes très stables (quel que soit le niveau de sensibilité), et d'autres, des notes particulièrement fluctuantes. Un des facteurs de cette plus ou moins grande stabilité dans la réaction à la rouille semble bien être la durée plus ou moins grande de la *période de réceptivité* des organes contaminés, essentiellement le limbe de la première feuille. Des essais préliminaires ont, en effet, montré que la réceptivité de la première feuille de la plantule est fonction de l'âge de cet organe. La jeune feuille, émergée depuis un jour ou deux du coléoptile n'est pas réceptive, et l'on note une baisse sensible des possibilités de pénétration du parasite lorsque la feuille est âgée. La phase de sensibilité maximum se situe entre ces deux extrêmes.

Il nous a paru utile d'entreprendre des essais pour préciser ces phénomènes et tenter de réduire, si possible, les aléas rencontrés dans la détermination des races physiologiques et l'étude des mécanismes génétiques de résistance.

Il est, d'autre part, évident que les difficultés que l'on rencontre dans les serres où les conditions sont partiellement contrôlées, se trouvent *exagérées au champ*, sur plantes adultes. Les différences entre variétés, au point de vue physiologique et morphologique, sont alors beaucoup plus considérables et les conditions de milieu beaucoup plus variables. La compréhension des phénomènes observés en serre, sur plantules, peut aider à interpréter les nombreuses anomalies constatées en plein champ. Par exemple, on observe parfois une variété réputée résistante présentant localement de très fortes attaques, ou au contraire, une variété sensible ne manifestant pas de symptômes dans une zone pourtant infestée. Il semble que, très souvent, on mette sur le compte de races physiologiques locales ce qui est seulement la concentration, en certains points, de facteurs favorisant la pénétration, la progression puis la fructification du champignon, ou, au contraire de facteurs inhibant l'un ou l'autre de ces processus. Il est donc très important de mettre en évidence quelques uns de ces facteurs par des essais appropriés.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les variétés utilisées sont dix variétés françaises (exception faite pour la variété *Alba* qui est belge) présentant une gamme aussi complète que possible de réactions à la Rouille jaune, au stade plantule. Ces variétés sont, par ordre de sensibilité moyenne croissante : *Heurtebise*, *Languedoc*, *Elite*, *Carest*, *Alba*, *Cappelle*, *Artois*, *Marne*, *Vilmorin 27*, et *Bellevue*. Lorsque l'on envisagera la comparaison des résultats obtenus sur plantules et au champ, on sera amené à introduire deux autres variétés : *Little Club* et *Purplestraw*, variétés américaines présentant, au champ, une sensibilité bien supérieure à celle des variétés françaises.

L'inoculum est constitué par la multiplication d'une souche monosorique de Rouille jaune, prélevée initialement sur la variété *Cappelle*. Cette souche a des caractéristiques de virulence voisines de celles décrites sous le numéro 2B par MACER, en Angleterre, et correspond à ce que l'on appelle généralement la race *Cappelle*, bien que *Cappelle* ne soit pas spécialement affecté par cette race. La multiplication de l'inoculum est assurée en serre, sur *Lontoï*, variété très sensible et ne présentant pas d'oïdium.

La méthode de notation utilisée s'inspire de celle proposée par MACER. La note varie de 0 à 4, mais la pénétration de la Rouille jaune s'accompagnant très fréquemment de réactions chlorotiques ou nécrotiques violentes, la note 0, correspondant à l'absence totale de sporulation, doit être complétée par un symbole précisant le phénomène observé. L'échelle est la suivante :

00	: Aucune réaction visible. Pas de sporulation ;
0N	: Réactions nécrotiques localisées. Pas de sporulation ;
0C	: Réaction chlorotique. Pas de sporulation ;
1	: Chlorose suivie d'une légère sporulation ;
2 à 4	: Sporulation de plus en plus intense avec réaction chlorotique de plus en plus faible.

Les facteurs contrôlés sont les suivants :

— la température et l'éclairement : tests en serre à basse température et faible éclairement en hiver, à température élevée et fort éclairement au printemps.

— le stade et l'étiolement de la plantule : essais en chambre climatisée, à 10° avec éclairage artificiel : contamination sur semis échelonnés, et contamination sur plantules préalablement étiolées par passage à 25°.

Les dispositifs techniques sont étudiés plus en détail à chaque paragraphe.

Les résultats obtenus sont comparés à ceux observés au champ, en contamination artificielle à partir du même inoculum. Un essai d'interprétation d'ensemble des résultats est tenté.

RÉSULTATS DES ESSAIS

I — ESSAIS EN SERRE, EN CONDITIONS PARTIELLEMENT CONTROLÉES

La plupart des auteurs travaillant sur la Rouille jaune pratiquent des tests en serre. L'absence de systèmes de refroidissement assez efficaces et de contrôle de l'humidité interdit à la plupart des installations de travailler en dehors des mois d'hiver. Pendant cette saison, il est relativement aisé de maintenir des températures voisines de 15° (optimum d'après GASSNER et STRAIB), mais on ne peut guère empècher des pointes de température lorsque le soleil apparaît. D'autre part, l'intensité lumineuse naturelle est insuffisante pour une bonne fructification du mycélium. On constate fréquemment que la sporulation se produit avec abondance lorsque le ciel est dégagé ou lorsque l'on apporte un appoint de lumière artificielle sur les plantules qui ne manifestaient jusque-là que des symptômes très atténués.

Nous avons réalisé des essais pratiques à trois dates : début Février, début Mars et début Avril. Le même éclairage d'appoint a été apporté : 5 tubes luminescents de 40W à 50 cm des plantules, 16 heures par jour.

La température a été réglée en fonction de l'intensité de l'éclairement naturel, la température nocturne étant toujours inférieure à la température diurne. L'essai de Février comporte une température nocturne de 10° et diurne de 15° et l'essai d'avril des températures de 15° à 30°, extrêmement variables pendant la phase diurne, l'insolation étant parfois considérable.

L'humidité maximum est réalisée pendant la phase nocturne : les feuilles sont humectées chaque soir, et, d'autre part, les pots sont placés dans des bacs en zinc présentant constamment un film d'eau de 1 cm.

La contamination est réalisée avec des spores fraîches récoltées sur la variété multiplicatrice, par frottis au coton. L'incubation est prolongée pendant 4 jours sous tentes en polyéthylène.

Les notes obtenues par les dix variétés expérimentées figurent au *tableau* 1, ainsi que les notes observées sur une série témoin placée en chambre climatisée, en conditions entièrement contrôlées.

TABLEAU I

Notes observées sur plantules, en serre.

Température *Date*	10°-15° Février	15°-20° Mars	15°-30° Avril	10° Témoin
Heurtebise	0 N	0 N	0 C	0 N
Languedoc	0 N	0 N	0 C-2	0 N
Élite	0 0	0 0-0 N	0 C	1
Carest	2-3	2-3	1-3	0 C-1
Alba	1-2	1-2	1-2	0 C-1
Cappelle	0 C-1	1-3	1-3	0 C
Artois	3	3-4	2-3	1-2
Marne	2	2	1-3	1-2
V 27	3	4	2-4	0 N-0 C
Bellevue	2-3	3	2-3	2

On peut retirer de l'examen de ce tableau quelques données générales.

1. — Les notes de sensibilité tendent à augmenter avec la température, passant par exemple de 0C à 3 pour *Cappelle* et de 0 N à 2 pour *Languedoc*. Il faut remarquer, toutefois, qu'à l'approche de 20° l'hétérogénéité de réaction devient considérable. Les facteurs limitants semblent être alors un éclairement insuffisant et un degré hygrométrique trop faible.

2. — Certaines variétés ont des notes stables, par exemple *Heurtebise*, *Elite*, et *Bellevue*. Par contre *V 27*, *Cappelle* et *Carest* sont très sensibles aux variations de milieu. *V 27*, par exemple, passe de la résistance presque totale : 0 N-0 C à 10°, à la note maximum à 15°-20°.

3. — Lorsque la température présente des écarts journaliers considérables, dans les conditions du mois d'Avril, il devient très difficile de classer les variétés en résistantes et sensibles, la plupart d'entre elles présentant des plantes appartenant aux deux catégories. Il est donc exclu de pratiquer des tests de détermination de race dans de telles conditions.

4. — Les tests précis, destinés à mettre en évidence l'influence du stade de la plantule ou d'autres facteurs secondaires doivent être conduits en chambre climatisée à basse température.

Les séries témoins conduites en chambre climatisée ont toujours donné des notes très stables et caractéristiques des diverses variétés, contrairement à ce que l'on observe à température plus élevée, dans les conditions de serre.

II — ESSAIS EN CHAMBRE CLIMATISÉE

1. — *Etude de l'évolution des symptômes suivant la variété et le stade des plantules.*

L'enceinte utilisée est une chambre froide à 10° ± 1, avec un éclairage artificiel de 10 heures fourni par des tubes luminescents de 40 W du type lumière du jour de luxe, placés à 50 cm au-dessus des plantes, donnant un éclairement d'environ 3000 lux. (obtenu en posant des réflecteurs en aluminium sur les tubes).

Les grains sont mis à germer pendant trois jours, à 25°, dans de la vermiculite, pour obtenir une bonne homogénéité au repiquage. Quatre semis sont réalisés, quatre jours consécutifs.

Le *repiquage* est effectué à raison de deux variétés par pot de 12 cm, 5 plantes par variété. Chaque traitement comporte trois répétitions.

La *contamination* est effectuée lorsque les plantules les plus jeunes commencent à sortir la deuxième feuille, soit à une somme de température d'environ 200°.

Les *notations* concernent essentiellement trois points :

— l'évaluation du stade des plantules à la contamination, à l'apparition des chloroses, enfin, à la sortie des pustules ;

— l'évaluation de la surface foliaire atteinte par la chlorose (effet primaire) ;

— l'étude de l'évolution des symptômes : progression du mycelium dans la feuille, avance des plages sporifères, et extension de la chlorose.

Résultats :

Les paramètres suivants sont utilisés :

L : longueur de la première feuille à la contamination ;
L' : longueur de la deuxième feuille à la contamination ;
l_1 : longueur des zones chlorotiques à partir du sommet ;
l_{11} : distance des premières pustules apparues à la pointe du limbe ;
L'/L : stade foliaire des plantules à la contamination ;
l_1/L : pourcentage de tissu réceptif à la contamination.

Dès l'apparition des premières chloroses, les mensurations ont été effectuées tous les trois jours.

L'analyse a tout d'abord porté sur les résultats variétaux totaux, les quatre dates de semis confondues. Les résultats en sont portés dans le tableau 2.

Un certain nombre de données générales se dégagent de ce tableau.

TABLEAU 2

Caractéristiques des variétés après contamination.

	L	l_1	l_{11}	l_1/L	l_{11}/L	L'/L	Latence chlorose	Chlorose totale	Latence sporul.
Heurtebise .	69,5	35,6	—	0,51	—	0,83	10	8-10	—
Languedoc .	64,0	43,5	—	0,68	—	0,95	10	8-10	—
Élite	68,3	44,0	32,7	0,64	0,47	0,79	12-18	14	7
Carest	77,5	49,3	35,3	0,62	0,44	0,83	12	10	7
Alba	74,2	34,2	—	0,46	—	0,63	20	4	—
Cappelle ...	77,2	18,8	—	0,24	—	0,41	12-16	8-10	—
V 27	76,7	43,3	—	0,56	—	0,44	12	10	—
Artois	75,7	45,2	47,0	0,60	0,61	0,44	12	10	10
Marne	79,2	44,3	46,6	0,58	0,62	0,77	12	10	8-14
Bellevue ...	77,2	53,2	55,3	0,69	0,72	0,55	12	14	7

1. — Le *temps* nécessaire à l'incubation est nettement variétal. *Heurtebise* et *Languedoc* présentent déjà au bout de 10 jours des chloroses très marquées. Par contre, *Alba* ne manifeste aucun symptôme avant une vingtaine de jours. *Elite* et *Cappelle* sont irréguliers.

2. — La première sporulation apparaît 7 à 14 jours après le début de la chlorose. La chlorose devient totale 8 à 15 jours après l'apparition des symptômes, suivant les variétés. La sporulation est lente et irrégulière chez *Marne* et *Artois*, rapide chez *Elite, Carest, Bellevue*.

3. — Un des aspects les plus intéressants de cet essai concerne la proportion de la surface foliaire ayant reçu des spores manifestant effectivement des symptômes. Cette proportion (l_1/L), varie de 24 à 69 p. 100 suivant les variétés. Il existe donc toujours, à la base du limbe une zone formée de tissus trop jeunes pour être réceptifs. On peut remarquer, d'autre part, que *Cappelle,* dont le stade foliaire est le moins avancé (L'/L = 0,41), présente aussi la porportion la plus faible de tissus touchés par la pénétration directe de la Rouille, tandis que *Languedoc*, le plus avancé (L'/L= 0,95), a une forte proportion de tissus touchés. L'évolution des tissus de la feuille serait ainsi plus rapide chez *Languedoc,* qui est aussi une variété à développement rapide.

4. — La zone où apparaissent les *premières pustules* est aussi fort intéressante. Chez les variétés assez résistantes ,comme *Elite, Carest,* les pustules apparaissent sporadiquement au milieu de la zone chlorotique. Chez les variétés assez sensibles ou sensibles, comme *Artois, Marne* et *Bellevue,* les pustules apparaissent au contraire *en avant* de la zone de pénétration des hyphes correspondant à la zone chlorotique primaire. Le mycélium progresse à l'intérieur du parenchyme chlorophyllien avant de fructifier. On peut noter, d'ailleurs, une avancée journalière du front mycelien formant une auréole d'urédosores chaque jour.

L'influence du stade de la plantule, à l'intérieur de chaque variété, apparaît dans le *tableau* 3.

Les dates de semis étant très rapprochées, l'effet est assez atténué. On peut noter toutefois une répartition optimum des notes pour les semis S3. La somme de température séparant le semis de la contamination est alors de 195°. et les conditions sont très voisines de celles réalisées dans les semis témoins.

TABLEAU 3

Réactions variétales pour les diverses dates de semis.

Date de semis / *Somme de température*	S_1 (13-11) 215	S_2 (14-11) 205	S_3 (15-11) 195	S_4 (16-11) 185
Bellevue	2	2	2	2
V 27	O C-1	O N-O C desséche.	O C desséchem.	O C-O N
Artois	O C	O C	1-2	O C-1
Marne	O C-1	O C-1	1-2	O C-1
Alba	O C	O C-1	O C	O C
Cappelle	desséchement	O C desséchem.	O C desséchem.	O N-O C
Heurtebise	desséchement	desséchement	desséchement	desséchement
Languedoc	desséchement	O C desséchem.	O N	O N
Élite	O C-1	1	O C-1	O C-1
Carest	O C-1	O C-1	O C-1	O C-1

Les variétés *V27*, *Artois* et *Marne* réagissent plus fortement que les autres. *Heurtebise* présente un desséchement caractéristique, suivant immédiatement la chlorose. Le desséchement est plus accentué et plus rapide sur les plantes plus âgées, ce que l'on observe également sur *Languedoc* et *Cappelle*.

Si l'on compare les longueurs des chloroses douze jours après la contamination (l_1) pour les 4 semis, toutes variétés confondues, on a les résultats suivants :

— *date de semis* :	13/11	14/11	15/11	16/11.
— *longueur de feuille manifestant une chlorose* :	4,84	4,02	4,03	3,76
— p. 100 *de tissu réceptif* à *la contamination* :	65	54	54	51.

Alba ne figure pas dans cet ensemble, l'apparition des chloroses étant très lente chez cette variété.

Si l'on admet que la pénétration primaire des hyphes n'a eu lieu que dans les zones présentant effectivement des chloroses, on voit que l'étendue des tissus réceptifs augmente avec l'âge de la plantule. Cependant des réactions chlorotiques primaires trop intenses entrainent un desséchement rapide de la feuille et la sporulation est finalement plus intense sur les plantes ayant présenté des chloroses limitées et peu intenses, dix à douze jours après la contamination, c'est-à-dire sur les plantes jeunes.

2. — *Influence, à stade égal, du degré d'étiolement des plantules.*

Lors des tests de sensibilité sur plantules, en serre, une des anomalies venant interférer avec les différences de croissance survenant à l'intérieur des semis est un allongement excessif des feuilles accompagné d'étiolement. Pour étudier l'influence de ce facteur, on a soumis les lots de plantules, après la germination, à des expositions de durée variable à la température de 20°, sous le même éclairage artificiel, en échelonnant les semis de manière à contaminer des plantules parvenues à un stade de développement équivalent, c'est-à-dire ayant subi la même somme de température à partir du semis. Le protocole expérimental de cet essai figure au *tableau* 4. Après la contamination, les plantes sont maintenues à 10°.

TABLEAU 4

Protocole expérimental.

Traitement	Germination 20⁰		Accélération 20⁰		Stabilisation 10⁰		Contamination 10⁰	
	Date	S. temp.	Date	S. temp.	Date	S. temp.	Date	S. temp.
a	19	40	21	140	28	60	3	240
b	18	40	20	120	26	80	3	240
c	17	40	19	100	24	100	3	240
d	16	40	18	80	22	120	3	240
e	14	40	16	40	18	160	3	240

On obtient ainsi des plantules sur lesquelles la première feuille varie du simple au double, du semis *e* au semis *a*, et présente une intensité de coloration liée inversement à la longueur, passant du vert très foncé, pour le semis *e*, au vert jaune, pour le semis *a*.

Par contre, le stade d'évolution, apprécié par le rapport de longueur entre la première et la deuxième feuille, reste stable d'un traitement à l'autre. Les longueurs observées sur la première feuille le jour de la contamination figurent au *tableau* 5, ainsi que les rapports moyens de longueur entre la première et la deuxième feuille ce même jour.

TABLEAU 5

Longueur de la 1ere feuille pour les divers traitements et rapport moyen : 1ere feuille sur 2eme feuille (L/L').

Traitement	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	L/L' moy.
Heurtebise	16,2	14,7	13,8	12,4	8,8	2,36
Languedoc	14,6	13,9	12,5	11,6	7,7	1,96
Élite	15,0	13,8	12,2	12,1	7,8	1,81
Carest	16,8	16,1	14,2	13,1	8,8	1,94
Alba	16,6	15,9	13,6	12,6	8,8	2,31
Cappelle	16,1	16,3	13,9	13,9	8,3	2,13
V 27	16,8	14,7	13,6	13,5	9,7	3,10
Artois	16,7	15,7	14,6	14,0	8,8	3,08
Marne	15,2	15,1	13,5	13,7	8,3	2,11
Bellevue	17,7	17,6	16,0	14,6	9,5	2,39
L/L' moyen	2,52	2,16	2,31	2,30	2,44	

Au tableau 6 figurent les notes de sensibilité obtenues par les diverses variétés pour les 5 traitements. Le traitement *e* est peu différent du traitement ayant servi de témoin au cours des premières expériences. La longueur moyenne des premières feuilles se situe aux alentours de 8,5 cm, pour 7,5 cm dans les séries témoins. On y obtient des notes de sensibilité tout à fait semblables. Il n'en va pas de même des autres traitements. On y observe des phénomènes comparables à ceux obtenus dans les conditions de serre, l'hétérogénéité à l'intérieur des traitements en moins. *V27*, *Artois*, *Marne* et *Carest* sont encore les variétés présentant les notes les plus variables

d'un traitement à l'autre. Si l'on considère l'ensemble des variétés, on constate un maximum de sensibilité pour le traitement *d*, qui a donné des feuilles d'une longueur moyenne de 13 cm, puis une décroissance générale de la sensibilité pour les traitements ayant provoqué un étiolement considérable, en particulier le traitement *a* (feuilles de 16 cm en moyenne). On constate ainsi qu'un traitement à température élevée subi par les plantes plusieurs jours *avant* la date de contamination peut influer considérablement sur la sensibilité apparente des variétés, toutes les autres conditions restant égales par ailleurs.

TABLEAU 6

Notes de sensibilité pour différents traitements thermiques.

Traitement	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*
Heurtebise	O C	O N-1	O N-1	O N-1	O N
Languedoc	desséchement	desséchement	desséchement	desséchement	desséchement
Élite	O C	2	2	2	1-2
Carest	O C	1	1	2-3	O C-1
Alba	O C	O C	O C-1	O C	O C
Cappelle	O C-1	O C	O C	O C	O C
V 27	1-2	2	2	3	O C-1
Artois	O C-1	O C-1	1-2	2-3	O C-1
Marne	O C-1	O C-2	2	3	O-C 2
Bellevue	3	3	3	3	3

DISCUSSION DES RÉSULTATS

Pour résumer les observations faites sur plantules, on peut dire qu'il serait vain de prétendre tirer des conclusions de l'observation d'un échantillon si l'on ne précise pas de façon parfaite les conditions de milieu utilisées, non seulement après la contamination, mais à partir du semis. D'autre part, pour avoir une idée plus précise du type de réaction d'une variété, il est utile de la soumettre à plusieurs séries d'épreuves en faisant varier les conditions expérimentales, en particulier la température avant la contamination et le stade de la plante au moment de la contamination.

Les observations réalisées au cours des essais rapportés ici permettent, schématiquement, de classer les variétés d'après deux critères nouveaux : la *rapidité de réponse* à l'infection et la *stabilité de réaction* dans des conditions variables de milieu.

Si l'on utilise le critère « rapidité de réponse » on obtient le classement suivant :

Variétés à réaction rapide :

Heurtebise, très résistant ;
Languedoc, résistant.

Variétés à réaction lente :

Elite, assez résistant ;
Alba, assez résistant.

Variétés intermédiaires :

Carest, assez résistant ;
Cappelle, assez résistant ;

Artois, assez sensible ;
Marne, assez sensible ;
V27, sensible ;
Bellevue, très sensible.

Si l'on utilise le critère de stabilité dans la réaction, on obtient un autre classement :

Variétés stables :

Heurtebise, très résistant ;
Bellevue, très sensible.

Variétés assez stables :

Languedoc, résistant ;
Elite, assez résistant ;
Alba, assez résistant.

Variétés instables :

Variétés devenant très sporifères à haute température et fort éclairement :
V27 ;
Artois ;
Variétés pratiquement résistantes à basses température :
Cappelle ;
Carest ;
V27.

Il est à remarquer que les variétés à *réaction rapide* (qui sont aussi des variétés à développement rapide en particulier *Languedoc*) sont également stables ou assez stables. Elles donnent des nécroses prononcées qui évoluent rapidement en dessèchement.

Les variétés à *réaction lente* comme *Elite* ou *Alba* donnent des chloroses diffuses, très étendues, qui peuvent parfois devenir sporifères mais sans atteindre des notes bien considérables. Ce sont des variétés assez stables.

Le *groupe intermédiaire* comporte uniquement des variétés instables, sauf *Bellevue* qui est stable dans sa sensibilité. Parmi celles-ci, *V27* est particulièrement remarquable puisqu'il passe de la résistance complète à basse température à une grande sensibilité à haute température, même après en avoir subi un étiolement considérable.

COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS EN SERRE ET AU CHAMP

Paralèllement aux essais conduits en serre, les variétés étudiées ont figuré au champ, en présence d'une grande quantité d'inoculum provenant de foyers installés artificiellement à partir de la souche de rouille multipliée en serre.

L'intensité de l'attaque a été estimée à trois époques : au début du tallage, à l'épiaison, et au stade « grain laiteux ». Les notes observées figurent au *tableau* 7, schématisées par des symboles — et +.

TABLEAU 7

Notes observées au champ à différents stades.

Groupe	Stade	Tallage	Épiaison	Grain laiteux
I	Heurtebise	=	=	=
	Languedoc	=	desséchement	desséchement
II	Élite	=	=	=
	Alba	=	=	=
III	Carest	=	—	++
	Cappelle	=	—	+
	Artois	—	—	++
	Marne	—	—	++
	V 27	—	+	+
IV	Bellevue	++	—	—
V	Little Club	++	—	+++
VI	Purplestraw........	++	++	+++

= : pas de pustules et réaction trés limitée ;
— : moyennement résistant ; réactions étendues, dessèchement, quelques pustules.
+ : moyennement sensible ; sporulation assez abondante mais réactions chlorotiques ;
++ : sensible ; sporulation très abondantes sans réaction ;
+++ : exeptionnellement sensible.

Les variétés sont classées d'après les types de réaction rencontrés au stade plantule. On a ajouté à la série initiale deux variétés présentant des notes plus élevées de sensibilité au champ.

Il semble qu'on puisse ranger les variétés en six catégories, en considérant l'ensemble des notations effectuées.

Le *groupe* I (type *Heurtebise*) comporte des variétés résistantes ou assez résistantes, stables, produisant des *réactions nécrotiques*. Ces réactions sont très localisées chez *Heurtebise*, généralisées chez *Languedoc,* sur lequel se produit un desséchement rapide des feuilles, ce desséchement pouvant avoir des conséquences importantes sur le rendement. On pourrait peut être classer la variété *Etoile de Choisy* dans ce groupe, bien que ses réactions soient moins rapides, ce qui permet parfois une sporulation intense, en particulier sur les plantes jeunes. Ce type de réaction peut être décelable dès le stade plantule et peut être considéré comme une hypersensibilité.

Le groupe II comporte des variétés résistantes ou assez résistantes, *stables*, présentant des *chloroses diffuses* apparaissant très lentement. Ces variétés à évolution lente hébergent probablement le parasite sans manifester de symptômes importants. On peut sans doute les considérer comme des variétés tolérantes (type *Elite*).

Le groupe III (type *Cappelle*) comporte des variétés de réaction hétérogène au stade plantule. Au champ, on constate généralement une résistance modérée au stade tallage, qui évolue vers une sensibilité de plus en plus grande. Le maximum de sensibilité se situe après la floraison.

Les groupes IV, V et VI comportent des variétés sensibles au stade juvénile, mais l'évolution de la sensibilité est bien différente dans chacun des cas. *Dans le groupe IV* (type *Bellevue*), la sensibilité apparente diminue trés rapidement et l'on

n'observe plus aucune attaque jusqu'à la maturité, même en présence d'une très grande quantité d'inoculum, dans les conditions de l'année 1961.

Dans le *groupe V*, nous trouvons *Little Club* qui apparaît pratiquement résistant jusqu'au stade « grain laiteux », puis manifeste les symptômes d'une très grande sensibilité.

Le *groupe VI* est celui des variétés très sensibles à tous les stades (type *Purplestraw*). On observe ce comportement chez beaucoup de variétés américaines et japonaises.

CONCLUSION

Ces études préliminaires font ressortir l'influence de certains facteurs, généralement négligés, sur l'expression de la sensibilité de la plante à la Rouille jaune. Même en utilisant une souche pure de rouille et en s'entourant de grandes précautions, il reste encore une marge d'incertitude dans l'attribution à une variété d'un type de réaction déterminé. Dans cette première étape, on met en évidence l'importance de l'interaction température-lumière et du stade de la plante sur son comportement à l'infection. Des essais ultérieurs devront préciser l'action de facteurs encore peu connus : qualité et durée de l'éclairement, alternance de températures, rosée nocturne, influence de contaminations répétées avec de grandes quantités d'inoculum.

En ce qui concerne l'évolution des symptômes au champ dans des conditions de l'année 1961, par exemple sur *Little Club*, il semble bien que le stade de la plante ait revêtu une importance primordiale, et que les facteurs du milieu n'aient eu qu'une faible importance, restant constamment favorables à l'extension du parasite. D'autre part, il semble extrêmement peu probable que d'autres races de Rouille jaune soient venues interférer, dans cet essai, avec l'inoculum artificiellement installé pendant l'hiver. A l'appui de ces assertions, on peut faire intervenir un certain nombre de constatations.

1. — On a observé la production *continue* d'une grande quantité d'inoculum, dans toutes les parcelles, sur les variétés très sensibles installées comme témoins.

2. — L'inoculum prélevé au champ à différentes époques a toujours donné les mêmes réactions, à 10°, que la souche de départ.

3. — Les contaminations artificielles répétées sur *Little Club*, n'ont pas réussi à lui faire manifester des symptômes de sensibilité dans la période où cette variété se montre non réceptive ou tolérante, la nature de ce phénomène restant à préciser. Ce n'est qu'au stade « grain laiteux » que cette variété montre subitement les symptômes d'une très grande sensibilité.

4. — Sur les semis échelonnés de Novembre à Mars, on remarque nettement l'influence du stade de la plante. A une date donnée, on n'observe aucun symptôme sur les plantes à l'épiaison et une forte sporulation sur les plantes au stade tallage, dans le cas de variétés telles que *Bellevue*.

Sur une variété très sensible au stade tallage et seulement à ce stade, on observe une forte sporulation au mois de Février aussi bien qu'au mois de Juin, pourvu que la plante soit au stade favorable.

Lorsque les conditions de milieu sont limitantes et que la production d'inoculum est discontinue, on peut concevoir un grand nombre de situations rendant très difficile

l'interprétation d'observations faites à un moment particulier du cycle. Une meilleure compréhension des phénomènes réels devrait reposer sur l'intégration de tous les facteurs entrant en jeu, dès le début de la vie de la plante.

Les premières étapes de ce type de recherche comportent, simultanément, la mise au point de tests de référence précis, sur plantules, et l'étude du comportement d'une série de variétés, aussi diverses que possible dans leurs réactions, dans des conditions permettant une extension maximum de l'épidémie pendant toute la vie de la plante.

Reçu pour publication en juillet 1961,

SUMMARY

INFLUENCE OF TEMPERATURE, LIGHT AND STAGE ON THE EXPRESSION OF SUSCEPTIBILITY TO A BIOTYPE OF STRIPE RUST OF SEVERAL FRENCH WHEAT VARIETIES.

It is difficult to carry on artificial contaminations of stripe-rust on seedlings in the greenhouse, because the varietal responses depend on the combined factors : temperature-light, which are uneasily controlled. On the other hand, the infections made in growth-chambers, at 10°C, under artificial light, allow to classify easily the 10 varieties under study. This method reveals the importance of the conditions to which seedlings are subjected before contamination. The seedlings which are too old or which show an important etiolation, have only an attenuated susceptibility.

In field conditions, varietal susceptibility is subject to a considerable evolution, during plant development. The notations made on seedlings added to the field observations, allow to divide the studied varieties into 6 groups, according to the evolution of symptoms during the annual cycle.

Group I — Hypersusceptible varieties (type : *Heurtebise*). (It is possible to distinguish several levels of hypersusceptibility).

Group II — Tolerant varieties (type : *Elite*).

Group III — Varieties having an heterogeneous reaction (type : *Cappelle*). In this group, the responses depend on slight environment variations.

Group IV — Susceptible varieties at seedling stage and tolerant from shooting onwards (type : *Bellevue*).

Group V — Susceptible varieties at seedling stage and during grain formation, tolerant at intermediate stages (type : *Little Club*).

Group VI — Constantly susceptible varieties (type : *Purplestraw*).

ZUSAMMENFASSUNG

EINFLUSS DER TEMPERATUR, DER BELICHTUNG UND DES PFLANZENSTADIUMS AUF DIE EMPFINDLICHKEITSAUSSERUNG GEGENUBER EINEN BIOTYP DES GELBROSTES EINIGER FRANZÖSISCHEN WEIZENSORTEN.

Die künstliche Infektion von Keinlingen durch Gelbrost sind im Gewächs haus schwer zu vollführen, denn die varietalen Reaktionen hängen von den kombinierten Faktoren : Temperatur-Licht, deren Kontrolleungenugend ist, ab. Hingegen ermöglichen die in der klimatisierten Kammer, bei 10° bei künstlicher Beleuchtung durchgeführten Infektionen die Sorten der Referenzserie leicht zu klassieren. Diese Methode erlaubt es, die Wichtigkeit der durch die Keimlimge überstandenen Bedingungen vor der Infektion hervorzuheben. Zu alte Keimtlinge, oder solche die eine starke Verwelkung zeigen, bekunden nur eine geringe Empfindlichkeit.

Bei Freilandverhältnissen evoluiert die Artenempfindlichkeit gewaltig würend der Entwicklung der Pflanze. Die ausgeführten Aufzeichnungen auf Keimlinge, kombiniert mit den Freilandbeobachtungen erlauben nach der Evolution der Symptome während des Jahresablaufs eine Verteilung der untersuchten Sorten in sechs Gruppen :

Gruppe I : Hyperempfindliche Sorten (Typus *Heurtebise*) ; es werden mehrere Hyperempfindlichkeitsstufen unterschieden.

Gruppe II : Tolerante Sorten (T. *Elite*).

Gruppe III : Sorten mit unterschiedlichen Reaktionen (T. *Capelle*) (Die Sorten reagieren ganz besonders auf schwache Umwelt schwankungen).

Gruppe IV : Sorten die im Keimlingsstadium empfindlich und vom Schossen an tolerant sind (T. *Bellevue*).

Gruppe V : Sorten, die im Keimlingsstadium und während der Körnerbildung empfindlich sind, tolerant während den Zwischenstadien (T. *Little Club*).

Gruppe VI : Dauernd empfindliche Sorten (T. *Purplestraw*).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BATTS C. C. V., 1957. The reaction of wheat varieties to yellow rust, *Puccinia glumarum*, 1951-56. *J. Nat. Agr. Bot*, **8**, 7-18.

GASSNER G., STRAIB W., 1932. Die Bestimmung der biologischem Rassen des Weizensgelbrostes (*Puccinia glumarum* f. sp. *tritici* (SCHMIDT, ERIKSS. et HENN.) *Arb. biol. Reichs Land. Forstwirt.*, **20**, 2.

FUCHS W. M., 1951. Fortschritte der Resistenzzürchtung bei Getreide im letzten jahrzehnt. *Z. Pflanzenzuchtung*, **31**, 1-41.

FUCHS E., 1960. Physiologische Rassen bei Gelbrost auf Weisen. *Nachrbl. Deut. Pflanzenschutz dienstes*, **12**, 49-63.

MACER R. C. F., 1959. Communications personnelles.

ZADOCKS J. C., 1958. Preliminary report on the yellow rust trials project in 1956 and 1957. *Nederlands Graan-Centrum, Tech. Ber.*, **1**.

ZADOCKS J. C., 1959. Preliminary report on the yellow rust trials project in 1958. *Nederlands Graan-Centrum, Tech. Ber.*, **2**.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (1), 59-65.

OBSERVATIONS SUR LA RÉSISTANCE DES CHATAIGNIERS A L'ENDOTHIA PARASITICA

G. SOLIGNAT

Station d'Amélioration du Châtaignier et du Noyer, Malemort-sur-Corrèze (Corrèze).

SOMMAIRE

Les descendances de *C. mollissima* obtenues par fécondation libre ou contrôlée se révèlent, après contamination artificielle, comme celles renfermant les plus fortes proportions de plants résistant à l'*Endothia parasitica*. Dans les mêmes conditions, ces proportions sont nettement plus faibles dans les descendances de *C. crenata*, encore plus faibles dans les descendances d'hybrides *C. crenata* × *C. sativa*, très faibles dans celles de *C. sativa*.

Le caractère de résistance à l'*Endothia parasitica* serait sous la dépendance de 2 ou plusieurs gènes non dominants à effet cumulatif.

INTRODUCTION

La maladie du chancre de l'écorce (« Blight » pour les Américains), due à l'action d'un champignon parasite du système aérien du Châtaignier, l'*Endothia parasitica* Murr. et Aud., a été signalée pour la première fois en France en fin d'année 1956, simultanément dans les départements de l'Ardèche et des Basses-Pyrénées (Darpoux et al. 1957). Dès 1952, craignant une introduction possible de la maladie au travers des frontières espagnoles, italiennes ou même suisses, des recherches avaient été entreprises en serre afin de connaître, vis-à-vis de cette maladie, le comportement de clônes déjà sélectionnés pour leur résistance à la maladie de l'Encre (*Phytophthora*). La discrimination, entre plants sensibles et plants résistants, avait lieu après contamination artificielle et observation de la réaction des plants au développement du parasite.

A partir de 1957, ces contaminations artificielles ont pu être pratiquées sur des plants placés en conditions normales de culture, dans des pépinières situées en zones fortement contaminées de l'Ardèche. Les contaminations artificielles et la classification des plants dans les diverses classes de résistance ont été faites par la Station d'Amélioration du Châtaignier et du Noyer, en collaboration avec le Laboratoire de Pathologie Végétale du C. R. A. du Massif-Central. Les critères de classification adoptés ont été décrits dans une récente publication (Grente, 1961).

MATÉRIEL UTILISÉ

Le matériel utilisé comprenait des descendances formées de plants obtenus par semis :

1° de châtaignes de fécondation libre, récoltées sur des géniteurs *C. crenata* d'origine (Châtaignier du Japon), *C. mollissima* d'origine (Châtaignier de Chine), *C. sativa* (Châtaignier indigène), ainsi que des hybrides *C. crenata* × *C. sativa*.

2° de châtaignes obtenues par fécondation contrôlée de géniteurs d'origine *C. Crenata, C. mollissima, C. sativa, C. crenata* × *C. sativa* : autofécondations, croisements interspécifiques, croisements de retour entre hybrides F. I. et parents.

Le matériel comprenait en outre les clônes précédemment retenus pour leur résistance à la maladie de l'Encre, et faisant déjà l'objet, dès 1956, d'une multiplication végétative intensive.

Les plants obtenus par voie sexuée avaient tous été éprouvés au *Phytophthora* (maladie de l'Encre) avant de subir l'épreuve de l'*Endothia parasitica*. Ces plants âgés de trois ans ont été plantés en pépinière à Lalevade d'Ardèche.

Contaminés artificiellement une première fois au printemps 1957, ils ont été soumis à des inoculations de contrôle au cours des années 1958, 1959 et 1960.

RÉSULTATS OBSERVÉS

1° *Dans les descendances de fécondation libre.*

Les résultats, exprimés en plants résistants (R) et demi-résistants (1/2 R), ont été observés dans un certain nombre de descendances pour lesquelles on pouvait disposer au moins d'une centaine de plants. Nombre d'autres descendances, et notamment de *C. sativa*, ont également été étudiées, mais très fortement décimées par l'épreuve de la maladie de l'Encre, le nombre de plants résistants à soumettre à celle de l'*Endothia* se trouvait réduit à moins de 20 sujets dans les cas les plus favorables. Dans ces conditions, les résultats obtenus ne peuvent être donnés qu'à titre indicatif et demandent à être confirmés (tableau 1).

TABLEAU 1

Contamination artificielle Endothia des plants de Châtaignier issus de châtaignes de fécondation libre.

Origine du parent femelle	Nombre de plants		Nombre de plants R et 1/2 R pour 100 inoculés	Milieu pollinisateur voisin
	Inoculés	R et 1/2 R		
C. crenata d'origine:				
AW. 5	122	66	54,10	*C. crenata*
AW. 3	264	104	39,40	—
AW. 4	189	27	14,30	—
M. 26	498	37	7,40	*C crenata* × *C. sativa*
C. mollissima d'origine:				
M. 75	104	69	66,40	*C. mollissima* + (*C. crenata* × *C. sativa*)
CW-VIII-9	153	67	43,80	—
C. crenata × *C. sativa:*				
M. 44	274	60	21,90	—
M. 8	238	14	5,90	*C. crenata* × *C. sativa*
M. 2	439	23	5,20	—
P. 14	508	26	4,90	—
P. 41	365	17	4,80	—
P. 43	131	6	2,30	—
M. 49	726	17	2,30	—
C. sativa:				
Sauvage des Cars	339	4	1,20	—

Ces résultats montrent que les descendances étudiées se classent, au point de vue aptitude à produire des plants R et 1/2 R, dans l'ordre décroissant suivant : descendances de *C. mollissima* (moyenne 55,10 p. 100), *C. crenata* (moyenne : 28,80 p. 100), *C. crenata* × *C. sativa* (moyenne 6,75 p. 100 environ), *C. sativa* (1,20 p. 100). Cet ordre de classement rejoint celui établi aux États-Unis (GRAVES, 1950 ; BERRY, 1960).

2° *Dans les descendances de fécondation contrôlée.*

Le nombre des châtaignes obtenues dans ces opérations était réduit. Les pertes enregistrées à la suite des contaminations à l'Encre l'ont encore amenuisé de sorte que, pour certains croisements, il ne restait que quelques unités à soumettre à l'épreuve de l'*Endothia*. Les résultats observés dans ce cas ne reflètent donc certainement pas la valeur réelle des descendances étudiées.

Les plants provenant des croisements effectués en 1954 et 1955 ont été mis en pépinière à Lalevade d'Ardèche en 1957, et contaminés en 1958 et 1959. Les dernières observations et éliminations ont eu lieu en avril 1960. Les résultats obtenus (tableau 2) montrent cependant :

TABLEAU 2

Contamination artificielle Endothia des plants de Châtaignier issus de châtaignes de fécondation contrôlée.

Parent		Nombre de plants		Plants R + 1/2 R pour 100 inoculés
Femelle	Mâle	R et 1/2 R	Inoculés	
M. 1 (CS)	M. 75 (M)	3	9	33,33
M. 2 (CS)	M. 75 (M)	4	37	10,81
M. 8 (CS)	M. 75 (M)	4	13	30,77
M. 82 (CS)	M. 75 (M)	2	23	8,70
P. 14 (CS)	M. 75 (M)	5	34	14,71
M. 2 (CS)	M. 91 (CS)	1	29	3,45
M. 8 (CS)	M. 91 (CS)	4	41	9,76
P. 14 (CS)	M. 91 (CS)	2	21	9,52
S. des C. (S)	AW 2 (C)	1	12	8,33

CS = *C. crenata* × *C. sativa.*
C = *C. crenata.*
M = *C. mollissima.*
C = *C. sativa.*

a) que les descendances obtenues avec les croisements à base de *C. mollissima*, renferment en général les plus fortes proportions de plants résistant à l'*Endothia* ; la moyenne pour les 5 croisements mentionnés est de 19,66 plants R et 1/2 R pour 100 inoculés, alors que celle des croisements *C. crenata* × *C. sativa* n'est que de 7,58 p. 100.

b) que dans les descendances à base de *C. sativa* on peut détecter des plants résistant au chancre de l'écorce, mais en proportion généralement beaucoup plus faible (FISCHER, 1959).

3° *Dans les clônes résistant à la maladie de l'Encre.*

A la suite des contaminations artificielles effectuées en serre, entre 1952 et 1956, 10 clônes avaient été retenus comme ayant une certaine résistance à l'*Endothia* : 7 hybrides *C. crenata* × *C. sativa* : M. 1, M. 8, M. 82, P. 14, M. 15, AW. 107, AW. 74, et 3 issus de *C. sativa* : A, B, C.

Cinq plants racinés obtenus par marcottage en cépée de ces clônes ont été plantés à Lalevade d'Ardèche et contaminés artificiellement. Actuellement trois d'entre eux, M. 15, AW. 74, et AW. 107, se sont révélés les plus résistant au chancre de l'écorce dans les conditions normales de culture. Ils sont maintenant multipliés végétativement de façon intensive et fournissent des plants racinés distribués aux producteurs ; 7 000 pieds mères ont produit 15 000 plants en 1959-60, et 25 000 en 1960-61.

DISCUSSION

La fécondation croisée est la règle chez le Châtaignier (Schad et al. 1952 et 1953). Le comportement de la descendance en fécondation libre d'un géniteur donné se trouve donc sous la dépendance directe de l'origine du milieu pollinisateur au sein duquel le géniteur se trouve placé. De même en fécondation, contrôlée, l'origine du géniteur associé conditionne la valeur de la descendance obtenue.

Les *C. crenata* d'origine, AW. 3, AW. 4, AW. 5, ont des descendances de valeur différente. Situés à Lalevade d'Ardèche, ils se pollinisent entre eux en raison de leur situation côte à côte et de leur floraison plus précoce que celles des autres Châtaigniers voisins d'origine *C. crenata* × *C. sativa* ou même *C. sativa.* Ces Châtaigniers Japonais se fécondant entre eux, donnent plus de plants résistants que le M. 26, *C. crenata* d'origine également, situé à Migoule près de Brive (Corrèze), dans un milieu pollinisateur d'origine hybride *C. crenata* × *C. sativa,* et sa floraison se produit sensiblement aux mêmes dates que celle de ces derniers.

Les *C. mollissima,* M. 75 et CW-VIII-9, sont voisins, d'une part d'autres Châtaigniers de Chine, d'autre part de *C. crenata* × *C. sativa.* La proportion élevée de plants R et 1/2 R obtenue dans les descendances de fécondation libre trahit une influence prépondérante des géniteurs mâles *C. mollissima* voisins. Ce fait est normal en raison de la floraison de ces derniers plus précoce que celle des *C. crenata* × *C. sativa* les plus proches. Confirmation de ce processus est donné par l'examen phénotypique des descendances qui sont nettement du type *C. mollissima,* avec quelques rares sujets à caractère hybride *C. mollissima* × *C. crenata* et *C. mollissima* × *C. sativa.*

En ce qui concerne les descendances de fécondation libre des géniteurs d'origine hybride, *C. crenata* × *C. sativa,* placés en milieu pollinisateur de même nature, les proportions obtenues en plants R et 1/2 R sont sensiblement égales et voisines de 5 p. 100 plants inoculés. Seul le M. 44, paraît donner une descendance meilleure, amélioration certainement due à l'influence pollinisatrice d'un *C. mollissima,* CW-1-5, à floraison mâle tardive, situé au voisinage immédiat.

L'influence du pollinisateur est encore plus suggestive si l'on considère les résultats donnés par les descendances obtenues par croisements contrôlés. Le type P. 14 (*C. crenata* × *C. sativa*) donne une descendance de fécondation libre renfer-

mant 4,90 p. 100 de plants R et 1/2 R. Après pollinisation par M. 91 (*C. crenata* × *C. sativa*) la proportion est sensiblement doublée (9,52 p. 100) ; pollinisé par M. 75 (*C. mollissima*), elle est triplée (14,71 p. 100). Le type M. 8 donne une descendance de fécondation libre renfermant 5,90 p. 100 de plants R et 1/2 R ; pollinisé par M. 91 la proportion est presque doublée (9,76 p. 100) ; pollinisé par M. 75 elle est quintuplée (30,77 p. 100).

Les résultats obtenus avec ces croisements permettent de penser que pour le caractère de résistance à l'*Endothia parasitica* :

1° les géniteurs M. 1 et M. 8, hybrides *C. crenata* × *C. sativa,* auraient des constitutions génotypiques analogues, puisque leurs descendances obtenues par croisement avec M. 75, *C. mollissima,* renferment sensiblement les mêmes proportions de plants R et 1/2 R, respectivement 33,33 p. 100 et 30,77 p. 100.

2° les géniteurs M. 2 et M. 82, hybrides *C. crenata* × *C. sativa,* auraient des constitutions génotypiques très voisines, car leurs descendances obtenues par croisement avec M. 75, *C. mollissima,* contiennent pratiquement le même nombre de plants R et 1/2 R, soit respectivement 10,81 p. 100 et 8,70 p. 100.

3° le géniteur P. 14, également hybride *C. crenata* × *C. sativa,* serait différent de M. 2 et M. 82, puisque avec M. 75, il donne dans les descendances 14,71 p. 100 de plants R et 1/2 R. D'ailleurs les 3 géniteurs M. 2, M. 82 et P. 14 seraient génotypiquement différents de M. 1 et M. 8.

4° les résultats observés pour les descendances obtenues dans les croisements faits avec M. 91, hybride *C. crenata* × *C. sativa,* comme géniteur mâle, confirment que M. 2 et M. 8 ont des constitutions génotypiques nettement différentes, ce que laissaient déjà apparaître les croisements avec M. 75.

On constate par ailleurs, d'une part, que les quantités de plants R et 1/2 R obtenues dans les descendances des croisements de M. 2 et M. 8 par M. 91 ainsi que de M. 2 et M. 91 par M. 75, comparées entre elles, sont dans les mêmes rapports :

M. 8 × M. 91	9,76 %	9,76/3,45 = 2,83
M. 2 × M. 91	3,45 %	
M. 8 × M. 75	30,77 %	30,77/10,81 = 2,84
M. 2 × M. 75	10,81 %	

et d'autre part, que dans les descendances obtenues par croisements de M. 2 et M. 8 par M. 75, la proportion de plants résistants est triple de celle obtenue par les croisements M. 2 et M. 8 par M. 91.

M. 8 × M. 75	10,81 %	10,81/3,45 = 3,13
M. 2 × M. 91	3,45 %	
M. 8 × M. 75	30,77 %	30,77/9,76 = 3,15
M. 2 × M. 91	9,76 %	

5° le géniteur M. 91 aurait même constitution génétique partielle que P. 14 et M. 8 puisque les descendances des croisements de M. 8 par M. 91 et de P. 14 par M. 91 donnent les mêmes proportions de plants R et 1/2 R ; respectivement 9,76 p. 100 et 9,52 p. 100.

Les résultats obtenus et discutés ci-dessus suggèrent que le caractère de résistance à la maladie du chancre de l'écorce n'est pas dominant. Les contaminations arti-

ficielles faites en serre permettaient de considérer M. 82 et M. 75 comme résistants. Mais les descendances obtenues avec ces deux géniteurs renferment des quantités plus ou moins importantes de plants R et 1/2 R, mais non la totalité. De plus le facteur de résistance n'est certainement pas monogénique, mais plus probablement déterminé par plusieurs allèles à effet cumulatif.

La comparaison des résultats obtenus dans les croisements d'une part de M. 1, M. 8, M. 2, M. 82, P. 14 (*C. crenata* × *C. sativa*) comme géniteurs femelles par M. 75 (*C. mollissima*) comme géniteur mâle (il n'est pas utilisé comme géniteur femelle, étant pratiquement stérile femelle) et d'autre part de M. 2, M. 8, P. 14 comme géniteurs femelles par M. 91 géniteur mâle, pourrait permettre de dresser un schéma des constitutions génotypiques réduites de ces géniteurs quant à la résistance à l'*Endothia*. Il nous faut alors considérer comme valable le résultat obtenu avec le croisement M. 91 × M. 75, qui est de zéro plant R et 1/2 R pour 4 plants éprouvés. Ceci faisant on conclurait que M. 91 et M. 75 n'auraient pas les mêmes allèles commandant la résistance (tableau 3).

TABLEAU 3

Résistance à l'Endothia parasitica. Schéma de constitution génotypique.

M. 75	M. 1	M. 8	M. 2	M. 82	P. 14	M. 91
XX	XX	XO	XO	XX	XX	OO
XX	XX	XO			XX	OO
XX	XX	XO			OO	OO
XX	XX				OO	
					OO	

X = Allèles communs à M. 75 et autres géniteurs.
O = Allèles communs à M. 91 et autres géniteurs.

Reçu pour publication en août 1961.

SUMMARY

OBSERVATIONS ON CHESTNUT TREES RESISTANCE TO ENDOTHIA PARASITICA

Open pollinated or controlled pollinated progenies of *C. mollissima* (chinese chestnut trees) give, after artificial contamination, relatively high quantities of resistant plants to *Endothia parasitica*.

By the same way, *C. crenata* (Japanese chestnut trees) give a lower quantity of resistant plants; *C. crenata* × *C. sativa* progenies give still lower quantities, and *C. sativa* progenies very low quantities.

Resistance to blight seams to be controlled by two or more non dominent genes with a cumulative effect.

ZUSAMMENFASSUNG

BEOBACHTUNGEN UBER DIE WIDERSTADSFAHIGKEIT DER KASTANIEN GEGENUBER ENDOTHIA PARASITICA

Die grösste, bei künstlicher Infizierung feststellbare Anzahl der gegen *Endothia parasitica* widerstandsfähigen Pflanzen befindet sich in der durch freie oder kontrollierte Befruchtung erzielten Nachkommenschaft von *C. mollissima*.

Diese Anzahl ist bei der Nachkommenschaft von *C. crenata* etwas schwächer, noch schwächer bei den Bastard-Nachkommen von *C. crenata* × *C. sativa*, äusserst schwach bei denjenigen von *C. sativa*.

Die Widerstandseigenschaft gegenüber *Endothia parasitica* scheint von einer Serie von rezessiven Allelen mit Kumulierwirkung abhängig zu sein.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERRY F. H., 1960. Relative resistance of some chestnut species and hybrids inoculated with the blight fungus. *Plant. Dis. Reptr.*, **44**, 716-717.

DARPOUX H., RIDE M., BONDOUX P., 1957. Apparition de foyers d'*Endothia parasitica* sur Châtaigniers en France. *C. R. Acad. Agric.*, **43**, 670-674.

FISCHER F. Versuche an Klonenmaterial von *Castanea sp. Mem. Inst. Suisse Rech. Forest.*, **35**, 437-438.

GRAVES A. H., 1950. Relative blight resistance in species and hybrids of *Castanea. Phytopathology*, **40**, 1125-1131.

GRENTE J., 1961. Observations sur le comportement des plants de Châtaignier après inoculation de l'*Endothia parasitica. Ann. Epiphyties*, **12**, 65-71.

SCHAD C., GRENTE J., SOLIGNAT G., 1955. Amélioration du Châtaignier. Compte rendu des travaux effectués en 1953. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 302-324.

SCHAD C., SOLIGNAT G., GRENTE J., VENOT P., 1952. Recherches sur le Châtaignier à la Station de Brive. *Ann. Amélior. Plantes*, **3**, 368-458.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (1), 67-78.

MISE AU POINT

MUTAGENÈSE EXPÉRIMENTALE (1)

P. DOMMERGUES

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise).

SOMMAIRE

Cet exposé fait le point des travaux réalisés dans le cadre de l'I. N. R. A., sur la mutagenèse expérimentale. Après un exposé relatif à certaines recherches théoriques comme la création de nouvelles substances mutagènes, le rôle des rayonnements ionisants dans l'analyse interne des chimères périclines, et l'influence du niveau de ploïdie dans l'isolement des mutants, l'auteur aborde une discussion sur la place de la mutagenèse en amélioration des plantes. Dans ce chapitre, il signale l'intérêt des mutations nouvelles pour l'espèce et insiste spécialement sur le rôle dans la sélection des mutations classiques, faciles à induire. Il évoque ensuite, les possibilités d'utilisation des lignées isogéniques, et discute enfin du rôle des mutations chromosomiques, d'une part, dans l'amélioration des plantes à multiplication végétative, d'autre part, dans les recherches sur les croisements interspécifiques.

C'est en 1957 que fut créé à la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles un laboratoire spécialement chargé de l'étude des mutations expérimentales. A cette époque, MARIE commençait à la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier des traitements mutagènes sur le riz ; mais le laboratoire le plus engagé dans cette voie était celui de HESLOT à l'Institut national agronomique, dont les études, dans ce domaine, remontaient à 1953.

Les laboratoires de l'Institut national agronomique (INA) et du Centre national de la Recherche agronomique (CNRA), travaillant en étroite collaboration, c'est l'ensemble de leurs travaux qui fera l'objet de cet exposé (2).

Actuellement le laboratoire de l'INA étudie comparativement les radiations (ultraviolet, rayons X, rayons γ, neutrons) et les substances mutagènes dont il expérimente l'efficacité, d'abord sur une levure *Schizosaccharomyces pombe,* puis sur quelques végétaux supérieurs comme l'Orge.

Quant au laboratoire de Versailles, il est orienté vers des buts plus pratiques. Il cherche à préciser le rôle de la mutagenèse dans l'amélioration des plantes. A cet effet, il étudie, d'une part, l'action des différents agents mutagènes sur quelques plantes types pour expérimenter les techniques de traitements et les méthodes d'isolement, et, il participe, d'autre part, à des programmes précis d'amélioration en collaborant avec les laboratoires de l'Institut national de la Recherche agronomique (INRA), spécialisés dans la sélection des diverses plantes.

Abordons maintenant l'étude détaillée des travaux réalisés par ces deux laboratoires.

(1) Exposé fait devant les directeurs des Stations d'Amélioration des Plantes de l'INRA le 20 mars 1961.

(2) Ces deux laboratoires ne possèdent pas de source d'irradiation mais ils bénéficient dans ce domaine de tout l'appui désirable du Département de Biologie au Centre d'Études Nucléaires de Saclay. Signalons également que le Groupe d'Agronomie de ce Département doit publier mensuellement un bulletin analytique d'environ 100 références dont une grande partie sera consacrée à la mutagenèse.

I. — ORIENTATION DES RECHERCHES ENTREPRISES DANS LES LABORATOIRES DE L'I.N.A. ET DU C.N.R.A.

A) Recherches de nouveaux agents mutagènes chimiques

Tandis que l'inventaire des agents physiques mutagènes est pratiquement réalisé, celui des agents chimiques mutagènes n'est encore qu'à ses débuts. Heslot s'est donc spécialisé dans l'étude de ceux-ci. En collaborant en particulier avec le Service des Poudres, il fait synthétiser des substances alcoylantes et des antimétabolites. La conception et l'étude de ces nouveaux composés sont envisagées sous l'angle des théories électroniques. Sur le plan physico-chimique on détermine leur vitesse d'hydrolyse en solution aqueuse, leur réaction avec les anions et les bases, l'influence du pH..., en somme toutes les propriétés qui peuvent intervenir sur le mode d'action des substances et expliquer leur efficacité. Quant aux recherches génétiques, elles sont facilitées, comme nous l'avons déjà signalé, par l'emploi d'une levure, *Schizosaccharomyces pombe*.

1° *Schizosaccharomyces pombe.*

Cette levure est aisément cultivée sur un milieu minimum comportant du glucose, des sels minéraux, de l'azote inorganique et un nombre limité de substances de croissance. Pendant sa phase de croissance végétative, S. *pombe* est constitué de cellules uninucléées haploïdes se divisant par fission. Son temps de génération est court. Trois jours après la copulation, les zygotes renferment des ascospores mûres. Celles-ci peuvent être analysées génétiquement par la technique classique de dissection au micro-manipulateur. Mais cette méthode, longue et fastidieuse, n'est pas utilisée car *S. pombe* présente, vis-à-vis des autres levures, comme *Saccharomyces cerevisiae*, un avantage particulier. En effet, au bout de quelques jours les ascospores sont spontanément libérées grâce à une lyse de la paroi de l'asque. Les cellules végétatives étant beaucoup moins résistantes que les ascospores il devient alors possible de les tuer sélectivement ; on obtient ainsi une suspension d'ascospores qui permet de réaliser toutes les analyses génétiques désirées. Ces qualités font de *S. pombe* un objet de choix pour étudier la mutagenèse et la structure fine des gènes.

2° *Mutations directes et réverses.*

Parmi les nombreux mutants biochimiques de *S. pombe* Heslot a utilisé les huit gènes qui commandent la synthèse de l'adénine. Il s'agit là d'un système qui présente de multiples avantages, car, parmi ces huits mutants distincts qui nécessitent de l'adénine pour leur croissance, les mutants $(ad\text{-}6)^-$ et $(ad\text{-}7)^-$ sont aisément identifiables. Ils forment en effet des colonies de couleur rose, alors que la souche de départ et les autres mutants du système de l'adénine donnent des colonies blanches.

Dans une population de cellules sauvages traitées par un agent mutagène physique ou chimique, il est donc aisé de reconnaître les colonies roses, puis d'isoler et de classer ces mutants directs en deux groupes $(ad\text{-}6)^-$ ou $(ad\text{-}7)^-$, enfin de localiser avec précision les sites mutants à l'intérieur de ces deux gènes.

De même, à partir des souches rouges $(ad\text{-}6)^-$ ou $(ad\text{-}7)^-$, il est facile d'obtenir des mutants blancs qui peuvent être soit de véritables mutations réverses du type $(ad\text{-}6)^+$ et $(ad\text{-}7)^+$, soit plus généralement, des mutants doubles répondant, par exemple, aux formules suivantes $(ad\text{-}6)^-$ et $(ad\text{-}1)^-$, $(ad\text{-}6)^-$ et $(ad\text{-}3)^-$, $(ad\text{-}6)^-$ et $(ad\text{-}4)^-$, $(ad\text{-}6)^-$ et $(ad\text{-}5)^-$. Dans cette deuxième éventualité, la chaîne de l'adénine a été coupée une deuxième fois à un stade précoce antérieur à la formation du pigment rouge. Des techniques appropriées permettent d'analyser ces mutants pour identifier le deuxième gène en cause.

Les réversions induites dans les mutants biochimiques offrent un système à la fois très précis et très sensible. Les mutants réverses peuvent en effet être immédiatement extraits de populations cellulaires très nombreuses par simple ensemencement sur un milieu minimum, où ils sont seuls capables de former des colonies. Ce criblage est d'ailleurs d'autant plus efficace que *S. pombe* est formé de cellules isolées ne possédant qu'un seul noyau haploïde.

3° *Comparaison entre les différents agents mutagènes.*

Grâce à la gamme des mutants ci-dessus il est possible de comparer quantitativement et qualitativement l'action des différents agents mutagènes, en d'autres termes, de connaître non seulement leurs actions globales, mais aussi leurs éventuels spectres d'action inter et intragénique.

On peut de plus étudier la relation qui existe entre la dose de rayonnement ou la concentration en substances mutagènes, et le pourcentage de réversions parmi les cellules qui survivent au traitement. Avec des radiations, et dans l'hypothèse de la théorie de la cible, on obtient une relation linéaire. Avec les substances mutagènes il serait imprudent de faire des prévisions mais il est clair que la forme de la courbe doit être susceptible de donner des indications précieuses sur la structure fine des gènes.

Parallèlement à ces travaux sur micro-organismes, le laboratoire de l'INA essaie les nouvelles substances sur l'Orge. Après cette double sélection sur *S. pombe* et sur Orge, le laboratoire du CNRA généralise les essais en utilisant les nouveaux mutagènes sur plusieurs plantes allopolyploïdes comme le Blé et le Colza, mais surtout sur une plante autogame et diploïde : la Laitue.

TABLEAU I

Action comparée de quelques agents mutagènes sur l'Orge RIKA

Les pourcentages de mutants sont fournis en fonction du nombre de plantules (T2). (T2) symbolise la génération qui suit le traitement).

Nature des agents mutagènes (les doses utilisées correspondent à la dose létale 50)	% de mutants
Témoin	0,0025 %
Rayons gamma (25 000 r)	1 %
Sulfate neutre d'éthyle (au 1/500 pendant 24 heures à 24°)	3,2 %
Méthane sulfonate d'éthyle (au 1/250 pendant 24 heures à 24°)	14 %

De ces travaux il ressort que certaines substances mutagènes comme le sulfate neutre d'éthyle (SNE) et le méthane sulfonate d'éthyle (MSE) présentent une activité 5 à 15 fois plus élevée que les rayonnements (tableau 1).

B) Influence de l'organogenèse sur la mise en évidence des mutations et l'isolement des mutants

1° *Le rôle de l'apex.*

Quand on utilise une levure haploïde et unicellulaire on se place dans le cas le plus simple et le plus favorable aux études théoriques de génétique.

Mais, pour les végétaux supérieurs, le passage de la mutation qui est un phénomène cellulaire, à l'isolement des mutants est entravé par une série d'écrans. Ceux-ci dépendent, d'une part, de la composition génomique ou du mode de reproduction des plantes, d'autre part, de la structure du massif cellulaire utilisé. Le généticien peut simplifier ce complexe en s'adressant aux gamètes et créer ainsi, par le truchement de la fécondation, un organisme pluricellulaire génétiquement homogène. Ce

schéma classique n'est en fait valable que pour les mutations ponctuelles et les remaniements chromosomiques stables. Si la mutation est instable, ce qui est assez fréquent, on retombe dans le cas le plus complexe, c'est-à-dire dans le cas qui se présente au sélectionneur traitant graines ou bourgeons. Ceux-ci sont en effet des massifs cellulaires constitués de points végétatifs plus ou moins nombreux et plus ou moins structurés, à l'intérieur desquels on essaie de créer une hétérogénéité génétique. La cellule mutée, en se multipliant forme une colonie cellulaire qui va s'étaler à l'intérieur du végétal. Le devenir de la mutation dépendra donc de la localisation de cette colonie dans l'apex.

Pour schématiser, on peut admettre qu'un apex est formé de couches indépendantes et superposées appelées histogènes qui servent de zones d'expansion, relativement bien délimitées, aux colonies cellulaires mutées. A cette infrastructure anatomique il est possible de surajouter une superstructure qui joue un rôle fondamental dans les phénomènes de développement. Cette superstructure comprend, au sommet de l'apex, le méristème d'attente, et, dans la zone sous-apicale, l'anneau initial.

Durant la phase végétative l'anneau initial est seul actif ; il correspond à la zone d'intense activité cellulaire où se déplacent les centres formateurs des feuilles. Ceux-ci en tournant dans cet anneau utilisent pour former les feuilles le matériel cellulaire environnant. Normalement ce substrat cellulaire, quelles que soient les histogènes employées, est génétiquement homogène, mais si l'apex a été traité avec des agents mutagènes, ce substrat peut devenir génétiquement hétérogène. La colonie cellulaire mutée, sera multipliée avec rapidité et utilisée dans l'organogenèse. En raison du mode d'action de l'apex l'étalement des tissus mutés se fera, durant la croissance végétative de la plante, le long des génératrices du végétal.

Quant aux méristèmes d'attente il ne rentrera en activité qu'avec la phase de reproduction. Si la zone mutée intéresse aussi le méristème d'attente, elle sera alors englobée dans l'activité générale de celui-ci. La colonie cellulaire mutée se développera rapidement, et d'après sa localisation occupera un secteur plus ou moins étendu dans l'inflorescence. Mais dans l'état actuel de nos travaux il n'est pas possible de définir la géométrie de son étalement.

L'année du traitement, l'attention du chercheur est attirée par des effets primaires d'importance variable ; ce sont des anomalies morphologiques et des chimères somatiques. Ces phénomènes qui relèvent à la fois de la mutation et de l'organogenèse, intéressent assez peu le généticien car celui-ci ne se préoccupe généralement que de la descendance des plantes traitées. En fait, comme la mutation est un phénomène rare, il nous semble important d'étudier tous les facteurs qui peuvent augmenter, sur le plan pratique, nos chances d'isoler des mutants. C'est pour tendre à ce but que nous avons entrepris l'étude des anomalies morphologiques et des chimères superficielles et profondes. Celles-ci sont pour nous le reflet de la compétition intrasomatique entre cellules mutées et normales, compte tenu du fonctionnement de l'apex.

2° *Chimères dans les couches superficielles.*

Tandis que sur la variété *Merveille des Quatre Saisons* les rayons X, les rayons Gamma, une ypérite à l'azote et l'oxyde d'éthylène ne produisent aux environs de la D. L. 50 que peu de chimères somatiques, des substances comme le SNE et surtout le MSE en provoquent respectivement 5 et 12 p. 100 par rapport au nombre de plantes survivantes en T1. Le secteur muté correspond aux transformations les plus diverses au nombre desquelles, signalons par exemple : l'absence de chlorophylle, l'absence d'anthocyane, la répartition marbrée de l'anthocyane à la surface des limbes, et les nombreuses modifications dans la forme des feuilles. L'importance et le devenir du secteur muté sont très variables. Il s'étale quelquefois sur une portion de feuille, ou le plus souvent sur une fraction importante de la rosette, et de la hampe florale. Il disparaît au cours de la croissance, ou bien, au contraire, il envahit toute la plante. Généralement il s'agit de chimères mériclines montant verticalement le long de la tige. Mais dans la hampe florale la répartition des tissus est souvent si complexe qu'il est difficile d'en préciser la géométrie.

Sur Orge et sur Laitue il existe un parallélisme entre le pouvoir mutagène d'une substance et le nombre de chimères somatiques qu'elle induit. Ce phénomène laisse supposer qu'il s'agit dans le cas des chimères d'une action génétique. Mais l'on peut également penser pour les chimères chlorophyl-

liennes à l'existence d'un processus physiologique qui détruirait par exemple les chloroplastes. Pour essayer de lever cette incertitude nous allons comparer l'action du MSE sur une lignée diploïde et autotétraploïde de *Merveille des Quatre Saisons*. Cette expérience suppose que l'augmentation du nombre des génomes diminuera le nombre des chimères, sans pour autant modifier sensiblement les effets physiologiques.

3° *Chimères dans les couches profondes.*

Dans les couches profondes qui sont à l'origine des gamètes, il est impossible de suivre l'évolution d'une colonie cellulaire mutée, mais il est aisé sur des plantes diploïdes et autogames, de repérer l'ampleur des chimères au niveau de l'inflorescence. Il suffit, en effet, d'analyser la descendance de chacun des organes reproducteurs. Pour ces études, nous ne retenons que des mutants nettement visibles sur jeunes plantules et tout spécialement les mutants chlorophylliens. Avec la Laitue, ces recherches sont délicates car la structure de la hampe florale est très complexe. Nous avons donc pensé au *T. monococcum*. En effet nous traitons, par ailleurs, des Blés à 28 et 42 chromosomes et nous désirons savoir si l'on doit favoriser ou restreindre le tallage des plantes (T1) pour améliorer nos chances de succès. D'après les travaux déjà réalisés par GAUL, sur l'Orge, il apparaît qu'avec les rayons X les premières talles formées sont riches en petites chimères tandis que les chimères des dernières talles sont rares mais de grandes dimensions. Ce phénomène est-il identique avec des Blés traités aux substances mutagènes ? Nous espérons que les expériences en cours nous fixeront sur ce point.

4° *Action des rayonnements sur les chimères des plantes à multiplication végétative.*

Dans le même ordre d'idées, évoquons le travail que nous avons réalisé sur Poirier. En voici l'essentiel. Des greffons à l'état de repos de la variété *Max Red Bartlett* ont été irradiés aux rayons Gamma du cobalt 60 à la dose de 6 000 r. Parmi les yeux irradiés environ 40 p. 100 ont donné naissance à des rameaux bifurqués ou arqués d'au moins 90 degrés. Dans ce dernier cas un œil néoformé situé au niveau de la courbure a remplacé l'œil terminal de la tige principale.

Comme *Max Red Bartlett* est une variété hétérozygote quant à la couleur rouge de ses épidermes (bois, feuilles et fruits) il était raisonnable d'espérer quelques mutations de coloration. Mais le traitement a fait surgir, le plus souvent au niveau des anomalies (bifurcations et arcures), d'importants secteurs de tissu à épiderme vert sur environ 30 p. 100 des rameaux issus des yeux irradiés. Ce pourcentage très élevé est incompatible avec la notion classique de mutations radio-induites.

De ces faits, est donc née l'hypothèse que *Max Red Bartlett* était une chimère péricline, et que les rayons Gamma permettaient de révéler la nature des couches profondes de cette chimère.

A notre avis, cette propriété, qui s'ajoute à l'action mutagène des rayons Gamma, doit permettre la mise en évidence de toutes les mutations spontanées restées latentes chez les plantes à multiplication végétative.

Nous avons donc mis sur pied, en collaboration avec Monsieur DECOURTYE de la Station d'Arboriculture d'Angers, le programme suivant :

1° irradier de nombreuses chimères connues ou supposées de pommiers et de poiriers pour savoir si le phénomène est aussi général que nous le pensons ;

2° rechercher des arbres portant normalement ou accidentellement des fruits avec des secteurs de coloration, puis, réaliser l'irradiation des greffons issus de ces arbres, afin de préciser, si les mutations qui sont à l'origine de ces chimères apparaissent au niveau de l'ovaire, ou préexistent dans les couches profondes de la plante ;

3° irradier systématiquement des variétés anciennes pour explorer l'hérédité de leurs couches internes.

Parallèlement à ces études orientées vers la pratique nous chercherons à expliquer la cause du phénomène. Celui-ci est-il dû, à des radiolésions touchant les couches superficielles de l'apex, comme le laissent supposer les travaux de SAGAWA et MEHLQUIST, sur l'Œillet, ou bien à des variations du niveau auxinique dans les régions apicales ? Dans la première hypothèse les tissus profonds pren-

draient la place des tissus radiolésés, dans la seconde hypothèse les rayons induiraient le départ d'yeux profonds.

Quelle que soit la cause du phénomène, celui-ci est suffisamment important pour avoir une incidence pratique dans l'amélioration des plantes à multiplication asexuée. C'est la raison pour laquelle nous avons entrepris sur la Vigne en collaboration avec le laboratoire de Viticulture de Bordeaux, des recherches semblables à celles que nous venons d'exposer à propos du Poirier.

C) Influence du mode de reproduction et du niveau de ploidie sur l'isolement des mutants.

Abandonnons maintenant l'organogenèse qui intéresse beaucoup plus le sélectionneur que le généticien, pour étudier les problèmes posés par l'isolement des mutants. De nombreuses difficultés liées au mode de reproduction, à la biologie florale, et au niveau de ploïdie, s'interposent entre la mutation et l'isolement de la plante mutée. Les laboratoires de l'INA et du CNRA abordent cette étude sur quelques plantes types choisies essentiellement en fonction de leurs qualités biologiques et subsidiairement en tenant compte de leur intérêt économique.

1º *Plantes haploïdes ou polyhaploïdes.*

Pour aborder l'étude théorique de la mutagenèse chez les végétaux supérieurs, il serait précieux, comme pour les micro-organismes, de posséder des lignées haploïdes se reproduisant par voie végétative.

En attendant ce matériel de choix nous nous efforçons de multiplier diverses plantes polyhaploïdes à multiplication asexuée. Il s'agit d'une lignée de Pomme de terre à 24 chromosomes issue de la variété *Katadin,* et d'un Rosier à 14 chromosomes (*Rose Boursault*), qui aurait d'après Hurst la constitution génomique (A.B.).

Dans le domaine des plantes à reproduction sexuée nous avons récolté en 1960 des grains hybrides de Blé-Seigle. Ces grains ont été traités en automne au méthane sulfonate d'éthyle et polyploïdisés sur talles au printemps. Le principe de cette expérience est d'induire les mutations sur des F1 polyhaploïdes caractérisées par les génomes (A. B. D. S.) et d'appliquer la colchicine quand les secteurs mutés commencent à se développer à l'intérieur des couches profondes des talles.

Cette technique qui suppose la réalisation superposée de secteurs à mutations chromosomiques et polyploïdes, permettra en principe d'obtenir rapidement des plantes homozygotes avec des mutations ponctuelles, et surtout avec des mutations chromosomiques.

Ces recherches sur la mutagenèse des haploïdes, ne sont qu'ou stade préparatoire, attendons quelques années pour savoir si elles seront fructueuses.

2º *Plantes autogames diploïdes et autotétraploïdes.*

Poursuivons cette revue sur la mutagenèse, par les plantes à multiplication sexuée diploïdes et autogames. Malgré cette dernière qualité il est prudent de s'assurer que les plantes traitées sont bien autofécondées. En effet quel que soit l'agent mutagène utilisé les traitements provoquent toujours une importante stérilité. Il se produit alors de nombreux hybrides naturels qui entraînent de graves mésaventures d'interprétation.

La Laitue *Merveille des Quatre Saisons* ($2n = 18$) est un matériel aussi favorable pour l'étude des mutations somatiques en T1 que pour l'étude des mutations germinales en T2. Sur cotylédons et sur premières feuilles se superposent deux groupes de mutations. Le premier groupe est relatif à la série chlorophyllienne, et le second correspond à la série anthocyanique. Ainsi, au milieu de plantes de type normal, c'est-à-dire d'un vert soutenu, fortement lavé d'anthocyane à l'insolation, apparaissent des mutants albina, xantha, viridis, xantha-saumoné, albina-violacé, carminés, brun clair ou brun foncé, mouchetés ou marbrés d'anthocyane, voir même complètement ou partiellement dépourvus de pigments anthocyaniques. Cotylédons et premières feuilles sont, vis-à-vis de

ces caractères, soit homogènes, soit hétérogènes ce qui donne naissance à une gamme très importante de mutants. Gamme à laquelle il faut ajouter les mutations de forme qui intéressent les cotylédons (plans ou creux...) et les feuilles (courtes, rondes, allongées, épaisses...).

A partir de la variété *Merveille des Quatre Saisons* nous avons réalisé une lignée autotétraploïde dont le comportement génétique sera comparé à celui de la lignée diploïde. Ce qui nous intéresse dans cette expérience, c'est d'une part la vitesse d'apparition des mutants, et d'autre part la technique de leur isolement compte tenu du camouflage des mutations dans les plantes T2.

Comme la Laitue, l'Orge, plante diploïde et autogame ($2n = 14$), présente des avantages bien connus pour l'étude de la mutagenèse expérimentale. Le laboratoire de l'INA utilise l'une de nos meilleures variétés à deux rangs (*Rika*) pour comparer les effets génétiques des radiations ionisantes et des nombreuses substances qu'il synthétise. Voici sa technique. Une partie des épis formés sur les plantes T1 est placée en châssis chauffés. Ces épis ne sont pas battus. Au stade première feuille on calcule la fréquence des mutations chlorophylliennes par le pourcentage d'épis en ségrégation, ou par le pourcentage de plantules T2 mutantes. Ce système paraît suffisant pour évaluer l'activité mutagène moyenne d'une radiation ou d'une substance, car le nombre des gènes qui contrôle chez l'Orge la synthèse des pigments chlorophylliens est très élevé. Par ailleurs les mutants pouvant être classés en plusieurs catégories : albina, xantha, viridis, il est possible de calculer le pourcentage de chacun d'eux (c'est-à-dire d'établir un spectre phénotypique d'action) et de déterminer s'il existe une spécificité pratique des différents agents mutagènes.

Grâce à la disposition de son épi, *Rika* permet de trouver aisément le taux de stérilité produit par un traitement, et par voie de conséquence de connaître l'importance relative des mutations ponctuelles et des remaniements chromosomiques. Cette connaissance est d'ailleurs très importante pour caractériser les nouvelles substances mutagènes.

Parmi les très nombreux mutants isolés à partir de *Rika*, certains font l'objet à Versailles d'une expérimentation dont le but est d'apprécier leur valeur agronomique.

Au cours de ces recherches, l'expérience a montré que les plantes traitées doivent être suivies une par une, ou épi par épi jusqu'en (T3), car en (T2) l'on risque d'isoler surtout les mutations les plus visibles c'est-à-dire celles qui sont souvent sans intérêt pour le sélectionneur.

3° *Plantes autogames et allopolyploïdes.*

Parmi les plantes autogames et allopolyploïdes le Blé est une des espèces cultivées les mieux connues au point de vue cytologique et génétique. La variété *Chinese Spring* ($2n = 42$) dont nous possédons les 21 lignées monosomiques, a été choisie, comme plante type. Nous espérons, en effet, étudier l'aptitude à la mutation de chacun des 21 chromosomes du Blé et isoler des marqueurs pour chacun d'eux. Mais les lignées nullisomiques, malgré l'absence d'une paire de chromosomes, ne présentent aucun signe de déficience chlorophyllienne ; elles prouvent donc, combien il est difficile de faire apparaître des mutations chez *T. vulgare*. En effet, les trois génomes (A.B.D.) étant homéologues deux d'entre eux suffisent à compenser un caractère récessif apparu sur le troisième, et ce phénomène est définitif ; car la redistribution des caractères ne se fait que dans le cadre du génome où la mutation s'est produite.

Si l'on envisage l'ensemble des *Triticum* il est vraisemblable qu'il existe des variétés où les loci homéologues correspondent à des gènes différents. Grâce à la mutagenèse il sera possible de révéler ce taux d'hétérogénéité génique. Pour saisir toute cette complexité nous nous adressons à plusieurs variétés prises dans la gamme des espèces suivantes : *T. Monococcum* ($2n = 14$), *T. Durum* ($2n = 28$), *T. Vulgare* ($2n = 42$), et nous cherchons à atteindre successivement les gènes homéologues des différents génomes par des traitements mutagènes « réitérés ». Voici la méthode : les graines des plantes (T1) sont divisées en deux lots. Le premier lot est semé normalement plante par plante, et épi par épi ; il sera comparé avec la descendance du deuxième lot qui lui, est soumis à un deuxième traitement mutagène. L'année suivante les graines de ce deuxième lot seront divisées en deux parties (l'une traitée, l'autre non traitée). Ce schéma expérimental sera ainsi répété pendant plusieurs an-

nées. Jusqu'à présent, il ne nous est pas possible de donner des résultats, même indicatifs, car nous ne sommes qu'en deuxième année d'expérience.

4° *Plantes allogames.*

Si cette technique réussit, elle sera généralisée aux plantes allogames, pour augmenter dans les plantes traitées, la charge mutationnelle, et essayer de faire apparaître les mutations récessives induites, que l'allogamie disperse et camoufle dans la population étudiée.

5° *Plantes à multiplication asexuée.*

Pour les plantes à reproduction végétative, notre choix s'est porté sur le Rosier. Cette espèce qui a fourni de très nombreuses variétés cultivées issues de mutations spontanées, présente l'avantage de fleurir très vite après le greffage. A cette qualité s'ajoute pour les variétés remontantes la possibilité de donner des fleurs durant toute la belle saison.

En principe l'état hétérozygote des plantes à multiplication asexuée est favorable à la mise en évidence des mutations, sauf s'il est accompagné d'auto ou d'allopolyploïdie. Le Rosier permet l'étude des différents aspects de ce problème, car il existe dans cette espèce des variétés commerciales qui possèdent 14, 21 et 28 chromosomes.

Sur des variétés à 28 chromosomes nos expériences de 1960, conduites en collaboration avec HESLOT sur plus de 1 000 plantes, ont montré que les substances mutagènes produisaient, quant à la couleur des fleurs, moins de modifications somatiques que les rayons Gamma.

Par irradiation nous avons déjà obtenu 2 teintes nouvelles à partir de *Rose Gaujard* et 3 teintes nouvelles à partir de *Miss France*. Mais nous ne savons pas encore si ces nouveautés sont dues à l'action mutagène des rayons Gamma ou à leur action sur l'organogenèse. De toute façon, en 1961, nos deux laboratoires ont établi un programme commun afin de comparer l'action des substances mutagènes et des rayonnements d'une part sur l'organogenèse, et d'autre part sur la production de mutations chromosomiques et pontuelles. Les rosiers utilisés à cet effet sont à 14 et 28 chromosomes.

II. — ROLE DE LA MUTAGENÈSE EN AMÉLIORATION DES PLANTES

A) OBTENTION DE MUTATIONS AGRONOMIQUEMENT UTILES

1° *Augmentation de la variabilité dans l'espèce.*

Il est évident que toutes les plantes cultivées n'ont pas les mêmes possibilités de donner des mutations nouvelles et originales.

Les espèces cultivées depuis longtemps comme le Blé et l'Orge possèdent déjà une variabilité très étendue. Il est donc a priori difficile d'obtenir par traitement mutagène, des mutants utiles et inexistants dans la nature. Le problème se présente d'une façon toute différente, avec les espèces récentes ou entrées depuis peu dans l'économie agricole. C'est ainsi que l'Arachide, plante diploïde et autogame a donné à GRÉGORY des résultats fort encourageants. Quant au Colza, plante très jeune et issue d'un croisement entre le Chou et la Navette, nous pensons qu'il est possible d'augmenter sa variabilité malgré son allopolyploïdie et son allogamie partielle. C'est ce qui justifie les travaux entrepris par MORICE pour obtenir des lignées aux siliques indéhiscentes.

Les espèces florales font depuis peu de temps l'objet de cultures intensives. HESLOT a donc pensé que certaines d'entre elles comme la Rose d'Inde et l'Œillet d'Inde seraient intéressantes à faire muter car l'éventail de leurs coloris, jaune citron, jaune orangé et jaune brun reste actuellement relativement fermé. Les espèces *Tagetes erecta* ($2n = 24$), et *Tagetes patula* ($2n = 48$) présentent également un autre intérêt : elles introduisent le problème de la polyploïdie en mutagenèse. Il est

trop tôt pour donner quelques résultats, si ce n'est que sous l'action du (MSE) le pourcentage des chimères somatiques diminue très sensiblement en fonction du nombre des chromosomes.

Pour des raisons toutes différentes, les plantes à multiplication végétative doivent subir avec succès des traitements mutagènes. Il ne s'agit pas ici d'évoquer l'action des rayonnements sur les chimères périclines mais de rappeler qu'en raison du caractère hautement hétérozygote de ces plantes il suffit, quelquefois, de transformer un seul gène (de dominant en récessif ou inversement), pour obtenir des résultats agronomiquement tangibles. La seule condition de succès c'est qu'un niveau trop élevé d'auto ou d'allopolyploïdie ne vienne pas camoufler la mutation obtenue. Par le semis, ces plantes hétérozygotes perdent le plus souvent toutes leurs qualités agronomiques. Il est donc très important d'essayer de modifier par mutations, c'est-à-dire par touches successives, l'édifice génétique qui, par ailleurs, donne satisfaction. La modification des qualités de dégustation, de conservation et de transport, ainsi que des caractères de précocité, de tardivité, et de résistance aux maladies... rentrent dans ces possibilités.

2° *Notion de spectre des mutations agronomiques.*

Entre une recherche limitée aux caractères nouveaux pour l'espèce, et l'étude de tous les mutants qui surgissent après un traitement mutagène, il existe une position agronomique qui consiste à faire l'inventaire de toutes les mutations utiles. Si nous calculons pour chaque espèce la fréquence d'apparition de chaque mutation utile, nous obtenons le spectre des mutations agronomiques. Cet objectif rentre parfaitement dans le programme du laboratoire des mutations du CNRA. Parmi les mutations les plus utiles à rechercher citons celles qui rentrent dans le cadre de la sélection à savoir : les mutations de précocité et de tardivité, les mutations de résistance au froid, à la sécheresse... etc.

De nombreuses mutations de cet ordre ont déjà été signalées dans la bibliographie (1). Pour notre part, nous recherchons sur le blé des résistants à une race de Rouille noire parmi les plantes T2 issues de la variété *Chinese Spring*. Cette année, nous espérons isoler quelques lignées résistantes parmi celles qui semblaient prometteuses l'an dernier.

A ce propos, signalons que tout succès, dans la recherche des mutations, est lié à la mise au point d'un système de criblage précis qui permet de trier rapidement les individus désirés, au sein d'une importante population. Pour le Blé, grâce à des contaminations artificielles réalisées en plein champ pendant l'été, et en serre durant l'hiver, il nous a été permis de déceler quelques plantes résistantes parmi des dizaines de milliers d'individus normaux. Quelque fois ce criblage se fait tout simplement par contamination naturelle ; c'est sur celle-ci que compte BANNEROT pour repérer avec certitude des mutants résistants aux virus chez le Haricot.

B) INTERVENTION DE LA MUTATION DANS LES CYCLES DE SÉLECTION.

1° *Mutations ponctuelles.*

Comme nous venons de le montrer, le sélectionneur pense souvent à la mutation pour suppléer aux « oublis » de la nature. Mais, avec beaucoup moins de prétention et probablement beaucoup plus de chances de succès, il est possible d'utiliser la mutagenèse pour doter une lignée d'un caractère connu qui apparaît fréquemment au cours d'un traitement mutagène. Ceci justifie l'utilité des analyses spectrales dont nous venons de parler.

(1) A titre indicatif et très brièvement signalons qu'il est possible par mutation :
de modifier la hauteur ou la rigidité d'une plante ;
de transformer la compacité d'un épi ;
d'augmenter les dimensions ou le poids des semences ;
de faire varier la surface et l'aspect du système foliaire ;
de changer la couleur des fleurs et des fruits ;
d'agir sur la précocité et le rythme de développement ;
d'apporter des caractères de résistance.

Contrairement à la recherche des caractères nouveaux, essentiellement valables pour les plantes récentes, la recherche de toute les mutations utiles est rentable aussi bien pour les plantes anciennement cultivées, que pour les plantes introduites depuis peu dans l'économie agricole.

On peut faire apparaître la mutation utile et classique, à tous les stades de la sélection, c'est-à-dire au nivau des géniteurs, au niveau d'un premier ou d'un deuxième cycle de sélection, voir même au niveau d'une variété déjà commercialisée.

Prenons quelques exemples.

Avec Ecochard, nous traitons le *T. Persicum* pour obtenir une lignée courte de paille, résistante à la verse, et utilisable dans les croisements interspécifiques.

Marie, à Montpellier, a utilisé la mutation à la fin d'un cycle de sélection. Il venait d'obtenir une lignée de Riz présentant de nombreuses qualités culturales, mais très sensible à la verse. Par des traitements mutagènes, commencés en 1959, il espère retrouver à partir de celle-ci, ce qu'il a déjà obtenu sur la variété *Allorio*, c'est-à-dire une variété aussi productive que le témoin et qui, malgré une réduction de 40 p. 100 de la hauteur de sa paille, garde encore les grains longs d'*Allorio*. Cet objectif est en vue puisque Marie possède actuellement de nombreux phénotypes courts isolés en 1960 parmi les plantes T2.

Pour terminer, signalons que nous avons obtenu des lignées courtes sur le blé *Fortschritt*, et que Heslot et Ferrary ne comptent plus les lignées érectoïdes apparues sur l'orge *Rika*.

2° *Mutations chromosomiques.*

D'une façon générale, le sélectionneur recherche la mutation ponctuelle. Un pareil objectif met en valeur toutes les qualités du SNE et MSE vis-à-vis des rayonnements. Toutefois, il ne faut pas sous-estimer l'utilisation pratique des mutations chromosomiques.

Dans les croisements entre plantes sauvages et cultivées il arrive fréquemment que des caractères nuisibles et des caractères agronomiquement intéressants restent liés. La mutation chromosomique apparaît toute indiquée pour rompre ces liaisons génétiques. Un projet de travail dans ce sens serait très utile pour explorer les possibilités des différents agents mutagènes dans ce domaine.

Il est impossible de terminer ce chapitre sans évoquer le travail remarquable publié par Sears en 1955. Cet auteur en croisant *T. vulgare* var. *Chinese Spring* avec l'amphidiploïde *T. dicoccoïdes* × *Aegilops Umbellulata* a obtenu par back-cross avec *T. vulgare* des plantes possédant en plus des 21 chromosomes du Blé un monosome ou un isochromosome d'*Aegilops* issu de la paire chromosomique porteuse de la résistance à la Rouille brune (race 9 et 15). En effet ces plantes, contrairement au *Chinese Spring* normal, étaient résistantes à ces deux races dès le stade plantule. Mais le chromosome additionnel transmettait également des caractères néfastes quant à la plante, et au pollen. Sears a donc irradié, aux rayons X, juste avant la méïose ces plantes à chromosomes surnuméraires pour provoquer des translocations réciproques entre les chromosomes du Blé et celui de l'*Aegilops*. Par ce procédé il réussit une translocation intercalaire englobant, sur le chromosome de l'*Aegilops*, le centromère et une fraction de chromosome suffisamment petite pour ne garder que la résistance à la Rouille brune, et rejeter les caractères néfastes. Ainsi grâce aux rayonnements, Sears a défini une technique nouvelle d'amélioration et a localisé le gène de résistance.

Ce tour de force cytologique n'est plus unique, car depuis 1961, Howe a publié des résultats analogues, à la suite d'un croisement entre le Blé et le Seigle.

C) Utilisation des lignées isogéniques

A côté de l'apport direct de la mutagenèse à la sélection ne négligeons pas l'apport indirect fourni par les lignées isogéniques.

Ces lignées permettent notamment d'approfondir le mode d'action physiologique des gènes, d'apprécier les effets de pléiotropie et de juger de l'influence des différents gènes sur le rendement.

A titre d'exemple, prenons un cas schématique. A partir de la variété *Forschritt*, nous avons créé des lignées à épis barbus. Quand nous posséderons des lignées barbues et inermes sur d'autres variétés il sera possible de réaliser des essais comparatifs pour mettre en évidence le rôle des barbes sur le rendement et en particulier sur la résistance à l'échaudage.

Mais les lignées isogéniques peuvent aider à l'étude de problèmes beaucoup plus importants. Avec le laboratoire du Blé, nous essayons d'isoler des mutations de développement qui permettront, grâce à un fond génétique commun, de préciser l'action physiologique de certains gènes majeurs. Ces travaux sont actuellement entrepris sur *Cappelle, Étoile de Choisy, Starke* et *Mara*, variétés d'hiver et sur *Fortschritt*, variété de printemps.

D) Un facteur limitant : l'étendue des pépinières

Pendant longtemps, les Suédois ont été pratiquement les seuls à étudier systématiquement la mutagenèse des végétaux supérieurs. Ce n'est qu'avec le développement des recherches nucléaires, et la production industrielle d'isotopes radioactifs comme le colbat 60 que les Américains se sont vraiment intéressés à ce problème. Depuis cette époque, des généticiens du monde entier se sont engagés dans leur sillage. Aussi, nombreux sont les sélectionneurs qui mettent la mutation à l'ordre du jour et complètent leur programme de croisement par quelques tentatives plus ou moins importantes de traitements aux agents mutagènes. On ne peut que se réjouir d'un tel état d'esprit, sauf si le travail est entrepris sur une base insuffisante, et si les objectifs sont imprécis. Il ne s'agit pas en effet de traiter quelques rares plantes, mais quelques centaines, voir même plusieurs milliers d'individus ; puis d'analyser la descendance de toutes les plantes survivantes T1 une par une, pendant une ou deux générations. En effet, en T2, nous avons signalé, à la suite des travaux de Heslot, que l'on ne repérait que les mutations les plus voyantes qui sont généralement sans intérêt pratique, et qu'il fallait souvent attendre la T3 pour isoler des mutants d'intérêt agronomique.

D'après ce schéma il suffira de disposer, l'année du traitement, de quelques mètres carrés, ou de quelques ares au maximum, mais dès la troisième génération c'est l'hectare qui deviendra l'unité de culture. Sur cette étendue il n'est possible, le plus souvent, que d'isoler 10 à 20 lignées économiquement valables. Tels sont les ordres de grandeur avec les agents mutagènes physiques. Ces faits mettent en relief la valeur de substances mutagènes comme le sulfate neutre d'éthyle et le méthane sulfonate d'éthyle qui multiplient respectivement par 5 et par 10 les résultats précédents.

Au cours de cet exposé, nous avons essayé de faire un rapide bilan des perspectives ouvertes par la mutagenèse expérimentale. Les idées émises ne sont que des bases de discussion. Car, malgré plus de trente années de recherches théoriques, une doctrine définissant le rôle de la mutagenèse dans l'amélioration des plantes n'est pas universellement établie. Cette doctrine demandera encore pour s'instaurer de nombreuses études théoriques et pratiques. Au long de cet exposé nous avons essayé d'en préciser quelques-unes. Mais nous ne saurions terminer sans insister à nouveau sur l'importance des recherches dont le but est de créer de nouvelles substances chimiques mutagènes, car les progrès, dans ce domaine, sont à notre avis capables de transformer rapidement tous les problèmes posés par la mutagénèse sur le plan pratique.

SUMMARY

EXPERIMENTAL MUTAGENESIS

This conference summarizes up to date the works realized in the scope of the Ministry of Agriculture on experimental mutagenesis. The author gives en account of a theoretical research concerning the creation of new mutagenous substances, the role of ionizing radiation in the internal analysis of periclinal chimeras and the influence of the ploidium level in the sepration of mutants, then he goes into a discussion as to the place of mutagenesis in plant improvement. In this chapter, he points out the importance of new mutations for the species and especialy stresses the role in the selection of classical mutations easy to induce. Then he points out the possibilities of uses of isogenic lines and finally discusses the role of chromosomic mutations, on one hand, in the improvement of vegetative multiplication plants and, on the other hand, in the research on interspecific crossbreedings.

ZUSAMMENFASSUNG

Gegenwärtiger Vottrag macht den Stand der Lage der im Rahmen des Landwirtschaftsministeriums über experimentale Mutagenese gemachten Arbeiten. Nach einem Überblick über gewisse theoretische Untersuchungen, wie Herstellung neuer mutagener Stoffe, Rolle der ionisierenden Strahlen in der inneren Analyse der Pereklinalchimären, Einfluss des Ploidieniveaus in der Isolierung der Mutanten, beginnt eine Diskussion über den Platz der Mutagenese in der Pflanzenzüchtung. In diesem Kapitel weist er auf die Bedeutung neuer Artmutationen hin, und hebt besonders die Rolle der Selektion leicht induzierbarer Mutationen hervor. Er erinnert dann an die Anwendungsmöglichkeiten der isogenen Linien, und erörtert schliesslich die Rolle der chromosomischen Mutationen in der Pflanzenzuchtung mit vegetativer Vermehrung einerseits, und in den Untersuchungen über Artkreuzung andrerseits.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DOMMERGUES P., 1960. Action des rayons Gamma sur les bourgeons de la variété de poirier « *Max Red Bartlett* ». Symposium sur les effets des rayonnements ionisants sur les semences et leur emploi dans l'amélioration des plantes. *Karlsruhe*, I. A. E. A./F. A. O. (sous presse).

DOMMERGUES P., 1961. Action de quelques agents mutagènes sur la laitue. *Assoc. Fr. avancement Sci., Reims.*

FERRARY R., 1959. Induction de mutations chez l'Orge cultivée, sous l'effet des radiations ionisantes. *Ann. Amélior. plantes,* **3**, 403-420.

HESLOT H., 1958. Contribution à l'étude cytogénétique et génétique des Sordariacées. *Rev. Cytol. Biol. végét.*, **19**, suppl. n°2, 1-235.

HESLOT H., FERRARY R., 1958. Action génétique comparée des radiations et de quelques mutagènes sur l'Orge. *Ann. Inst. Nat. Agron.*, **44**.

HESLOT H., FERRARY R., LEVY R., MONARD Ch., 1959. Recherches sur les substances mutagènes. *C. R. Acad. Sci. Paris,* **248**, 729-732.

HESLOT H., 1960. *Schizosaccharomyces pombe* : un nouvel organisme pour l'étude de la mutagenèse chimique. *Abhandl. deutsch. Akad. Wiss. Berlin,* **1**, 98-105.

HESLOT H., 1960. Action d'agents chimiques mutagènes sur quelques plantes cultivées. *Abhandl. deutsch. Akad. Wiss. Berlin,* **1**, 106-108.

HESLOT H., 1960. Note sur l'activité mutagène de certains antifoliques. *Abhandl. deutsch. Akad. Wiss. Berlin,* **1**, 109.

HESLOT H., et al, 1960. Induction de mutations chez l'Orge. Efficacité relative des rayons Gamma, du sulfate d'éthyle, du méthane sulfonate d'éthyle et de quelques autres substances. Symposium sur les effets des rayonnements ionisants sur les semences et leur emploi dans l'amélioration des plantes. *Karlsruhe*, I. A. E. A./F. A. O., (sous presse).

HESLOT H., 1960. Induction de mutations chez les plantes cultivées. Recherches effectuées par quelques agronomes français. *Genetica Agraria,* **13**, 1-2, 79-112.

HESLOT H., 1961. Étude quantitative des réversions biochimiques induites chez la levure *Schizosaccharomyces pombe* par des radiations et des substances radiomimétiques. *Abhandl. deutsch. Akad. Wiss. Berlin,* (sous presse).

HESLOT H., 1961. L'Induction expérimentale des mutations chez les plantes cultivées. *Bicentenaire Acad. Agric. France,* (sous presse).

LAMARQUE P. et al, 1958. Effets physiologiques et génétiques des rayonnements ionisants sur certains végétaux. *Actes 2e Conf. Intern. Énergie atom., Genève,* **9**, 350-357.

MARIE R., DENOY I., GRILLARD M., 1961. La rizière expérimentale du Merle en 1960. *Bull. Inform. Rizi culteurs France,* 73.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (1), 79-84.

INFORMATIONS

LE SECOND COLLOQUE EUROPÉEN SUR LA ROUILLE NOIRE DES CÉRÉALES

M(adrid, 10-14 avril 1961)

J. PONCHET et P. GRIGNAC

Le second colloque européen sur la Rouille noire des Céréales s'est réuni à Madrid à l'Institut national de Recherches agronomiques du 10 au 14 avril 1961. Les séances de travail ont été suivies par plus de quarante participants appartenant aux différents pays européens, auxquels s'étaient joints des représentants des États-Unis, du Maroc et de la République Argentine. Le programme, relativement chargé, peut être divisé en différentes branches d'activités : systématique, rôle du stade écidien, épidémiologie, races physiologiques, variétés résistantes, traitements chimiques.

I. — Systématique du *Puccinia graminis Pers.*

Les communications concernant la systématique du *P. graminis* ont toutes été présentées par L. Guyot (France). L'auteur a proposé la création de deux formes spéciales nouvelles :

— *P. graminis f. sp. agropyri-repentis,* découverte dans les Alpes méridionales et inféodée à *Agropyrum caninum et A. repens.*

— *P. graminis f. sp. festucae granatensidis,* localisée aux massifs montagneux de la Sierra Nevada et du Moyen Atlas marocain.

Le laboratoire de Grignon a pu, en outre, effectuer un inventaire des formes spéciales déjà connues et récoltées au cours des années précédentes, soit à Grignon, soit dans les massifs montagneux du Sud de la France, soit encore au Maroc.

Le *P. graminis f. sp. tritici* n'a été rencontré que sur blé à Grignon alors qu'on le récolte à partir de diverses graminées spontanées dans les régions d'altitude. A Teruel (Espagne) à 950 m, il a été rencontré sur *Bromus fasciculatus* ; dans l'Atlas marocain il est présent entre 1 200 et 2 200 m d'altitude sur *Haynaldia hordeacea, Agropyrum marginatum,* et plusieurs espèces des genres *Bromus, Aegilops* et *Hordeum.*

Le rôle des graminées spontanées, hôtes du *P. graminis tritici,* dans la conservation de l'inoculum n'a pas été précisé.

II. — Importance de l'hôte écidien : *Berberis sp.*

Deux espèces du genre *Berberis* interviennent dans le cycle du *P. graminis* en Europe et sur le pourtour du Bassin méditerranéen.

Le *B. hispanica,* espèce méridionale d'Espagne et du Maroc fournit très communément des écidies des formes spéciales *tritici* et *avenae.* Cette espèce est en rapport avec les attaques de graminées spontanées par le stade urédospore, dont il a été question dans le chapitre précédent.

Le *B. hispanica*, pourrait donc jouer un rôle dans la conservation de la Rouille noire, soit au cours de l'hiver, soit pendant l'été dans les régions arides du Maroc ou d'Espagne.

Le *Berberis vulgaris* est connu dans tous les pays d'Europe, mais son importance dans le développement des attaques du *P. graminis* ne semble pas faire l'unanimité parmi les chercheurs spécialisés.

Dans le Sud de l'Europe, l'hôte écidien est souvent à l'origine de foyers primaires de Rouille noire dont l'évolution sera discutée ultérieurement. Par contre, dans les régions nordiques, le *B. vulgaris* ne paraît pas intervenir. Plusieurs communications faites au colloque de Madrid viennent étayer ces constatations.

En Yougoslavie de nombreux foyers primaires actifs se forment chaque année dans le voisinage des buissons de *B. vulgaris* à partir du mois d'avril. Selon B. Kostic, les cultures de blé sont contaminées régulièrement à partir de ces foyers et l'inoculum produit assure la dissémination ultérieure de la maladie.

En Italie, d'après C. Sibilia et ses collaborateurs ; en France d'après M. Massenot, l'hôte écidien intervient également. Dans notre pays, en particulier, les *B. vulgaris* de Bourgogne se comportent comme sources d'inoculum primaire actif.

Au Danemark, la destruction des buissons d'Épine-vinette a supprimé les attaques de Rouille noire de 1903 à 1937, les épidémies observées depuis cette date ne sont pas en rapport avec l'hôte écidien.

Des peuplements de *B. vulgaris* existent en grand nombre sur le territoire du Royaume-Uni ; ils produisent, parfois en quantité importante, des écidies du *P. graminis* qui sont incapables de contaminer les cultures de céréales.

En altitude, comme dans les régions nordiques, le stade écidien apparaît en général trop tard pour pouvoir continuer son évolution sur les cultures. Par ailleurs, les formes spéciales reconnues dans ces conditions sont presque uniquement en rapport avec les Graminées spontanées. Il semble donc bien démontré qu'à quelques exceptions près, dans le Sud de l'Europe, les épidémies de Rouille noire sont liées à la dissémination des urédospores.

III. — Épidémiologie de la Rouille noire en Europe

Nombre de communications au colloque avaient trait à l'origine et à la dissémination des urédospores.

1° *Technique d'étude :*

En de nombreux points d'Europe, des postes de capture de spores avaient été disposés. Cette technique de piégeage ne demande qu'un matériel réduit : lames porte-objet vaselinées orientées vers les divers points cardinaux ou placées horizontalement. Les chercheurs anglais qui ont beaucoup travaillé cette question ont également utilisé le système de piégeage, dit « spore trap » de Hirst, ainsi que des prélèvements aériens directs à différentes altitudes. J. M. Hirst a, au cours de ses récents travaux, mis au point un appareil permettant d'étudier l'influence des facteurs du milieu sur la libération et la dissémination de l'inoculum. Il s'agit d'une microtechnique de détail qui doit améliorer nos connaissances du déterminisme de l'épidémie.

Les urédospores du *P. graminis* étant véhiculées à grandes distances par des courants aériens, les piégeages au sol renseignent mal sur la provenance de l'inoculum. W. H. Hogg, météorologiste anglais, a montré tout l'intérêt que les pathologistes pouvaient tirer de l'étude des « trajectoires » : courants aériens que l'on peut déterminer d'après les cartes des pressions barométriques à différentes altitudes. Des études de météorologie pure devraient compléter les méthodes actuelles.

Enfin, il serait intéressant d'étudier les facteurs de multiplication de l'inoculum qui conditionnent le déclenchement des épidémies.

2° Conservation de l'inoculum au stade urédospore :

L'hivernation de la Rouille noire au stade urédospore a longtemps posé un problème aux chercheurs. Il est, maintenant, généralement admis que les épidémies tirent leur origine de foyers permanents dans lesquels la multiplication du parasite est purement végétative.

A ce jour, les foyers permanents les plus septentrionaux que l'on connaisse sont localisés au sud du Portugal et de l'Espagne. Ce sont des foyers réduits qui, d'après J. C. SANTIAGO, ne sauraient être à l'origine d'épidémies généralisées. Comme l'a bien précisé G. MALENCON, le Maroc se trouve être placé dans une situation très particulière : l'absence de cultures de blé plus méridionales lui attribue, de fait, l'origine de l'inoculum primaire. La Rouille apparaît au Maroc dès les mois de décembre ou de janvier et se dissémine en direction du nord. En 1960 deux foyers principaux ont été notés : l'un dans la région d'Agadir, l'autre à l'est de Casablanca. La côte Ouest, douce et humide, aux environs de Mogador ne semble pas jouer un rôle prépondérant.

Si l'on ne montre pas qu'un apport extérieur de spores, en provenance des îles Canaries ou du Kenya, est à l'origine des premiers foyers, il faut admettre une origine autochtone de la maladie au Maroc.

L'impression personnelle de G. MALENCON est que la Rouille noire apparaît, au Maroc, comme si elle y était toujours présente, dès que les conditions de milieu le permettent. Elle disparaît l'été, mais pourrait subsister alors dans des microfoyers humides, dans des zones d'altitude (voir II).

Il est vraisemblable que toute l'Afrique du Nord puisse héberger des foyers permanents mais aucune preuve n'en a été donnée.

J. C. SANTIAGO a soulevé le problème de l'estivation du *P. graminis* et indiqué que les repousses de céréales qui végètent dans le nord de l'Europe jusqu'en novembre ou décembre pouvaient constituer un réservoir d'inoculum. La dissémination du nord au sud, à cette époque n'a pas été précisée.

3° Évolution des épidémies annuelles :

Il faut distinguer les épidémies locales, à extension limitée, des épidémies généralisées qui intéressent successivement toutes les régions de la zone géographique constituée par l'Afrique du Nord et l'Europe.

Des épidémies locales se produisent chaque année ; au Portugal, elles ont pour origine les foyers permanents situés dans le Sud, tandis que dans les régions plus septentrionales elles prennent naissance à partir des hôtes écidiens. Selon M. MASSENOT elles sont caractérisées par une grande extension de races physiologiques particulières : races 133 et 186 pour la France. W. Q. LOEGERING a signalé que de semblables manifestations locales de la Rouille noire sont connues aux États-Unis. Les épidémies limitées ne sont perceptibles qu'au cours des saisons peu favorables au développement de la maladie, lorsque l'épidémie généralisée ne s'est pas étendue.

D'après les résultats des piégeages d'urédospores dans différents pays on peut se faire une idée de l'évolution des attaques généralisées.

Au cours des mois d'hiver les récoltes d'urédospores sont négligeables. J. C. SANTIAGO a pu en obtenir quelques-unes en octobre, novembre et janvier 1960 grâce à un appareil de HIRST installé dans le Sud du Portugal.

Les résultats obtenus par 13 stations de capture montrent que, presque chaque année, le nombre maximum d'urédospores récoltés en avril au Portugal provient de l'est ou du sud-est.

Les importants travaux de J. SALAZAR précisent bien l'importance de la dissémination aérienne dans le déclenchement des épidémies de Rouille en Espagne. Pendant trois années consécutives (1958-59 et 60), quatre stations situées sur la côte Sud de l'Espagne ont pu suivre l'arrivée de la maladie.

La pluie d'urédospores atteint son maximum en avril (42 milliards par hectare en six semaines à Murcie) et provient nettement d'Algérie.

L'infection des cultures survient régulièrement dans la deuxième semaine qui suit le maximum de captures.

L'épidémie évolue vers le nord de l'Espagne et atteint les régions de l'ouest européen. Les nombreux essais de piégeages effectués en Angleterre indiquent nettement une origine sud de l'inoculum pour ce pays. L. Ogilvie, I. C. Thorpe, J. M. Hirst, H. A. Hyde et K. F. Adams ont apporté une importante contribution à l'étude de l'épidémiologie de la Rouille noire. Par rapport aux spores d'autres champignons, celles du *P. graminis* sont peu fréquemment récoltées et se disséminent irrégulièrement. Des captures faibles sont faites journellement pendant les mois de juin et juillet, avec un maximum à midi, puis sans raison apparente, de grandes quantités d'urédospores sont passagèrement observées. Les périodes pluvieuses sont favorables à la dissémination et des chutes abondantes de spores apparaissent avec certains courants aériens en provenance d'Allemagne, de France ou même directement d'Espagne, à travers le golfe de Biscaye. Les « trajectoires » provenant de la mer du Nord et de l'Océan ne transportent pas d'urédospores.

Au Danemark, d'après N. F. Buchwald et J. E. Hermansen certaines épidémies arrivent de l'est (Pologne) d'autres du sud en provenance d'Europe centrale. Elles sont en général très tardives et de très faible importance agronomique. Les épidémies généralisées de Rouille noire en Europe, qui se superposent aux manifestations locales, intéressent donc essentiellement le Portugal, l'Espagne, l'Italie, la Yougoslavie, le Sud de l'Allemagne et de la France, occasionnellement la Grande Bretagne et, exceptionnellement, les pays septentrionaux (Danemark, Hollande et Pays scandinaves).

Selon les années, la progression du sud vers le nord est plus ou moins rapide et plus ou moins précoce. Il n'est pas exclu d'envisager la création d'un système d'avertissement. L. Ogilvie pense qu'une telle méthode pourrait être avantageusement utilisée en Angleterre où les épidémies graves ne se rencontrent, en moyenne, qu'une année sur cinq.

IV. — Étude des races physiologiques de Rouille noire

Le tableau suivant résume l'importance des diverses races physiologiques rencontrées dans les pays présents au congrès.

Pays	Race 14	Race 21	Autres races par ordre d'importance
Israël	++	+	R 53 – R 24
Espagne	+	++	R 17 – R 24 – R 75 – R 19
France	+	++	R 133 – R 186 – R 17
Algérie	+	++	
Maroc	+	++	R 17 – R 40
Italie	+	++	R 34 – R 133
Yougoslavie	+	++	R 75 – R 24 – R 19 – R 17
Allemagne	—	++	R 40 – R 11 – R 15

+ + : race prédominante, + : race importante

Dans ce tableau, on remarque la prédominance de la race 21 dans toutes les contrées mentionnées, hormi l'état d'Israël ; la race 14 est présente également dans les mêmes pays. Sur les 165 races cataloguées en Europe, 20 se rencontrent d'une façon constante.

En Amérique du Nord les races 15, 15B (et ses 6 sous-races $15B_1$, $15B_2$, etc.) sont les plus fréquentes. Dans l'Amérique du Sud, la race 17 est la plus dangereuse.

Au Kenya, trois races ont été inventoriées : 14, 21, 89.

En France, on observe, par ordre de virulence, les races :

14, peu virulente ;

21, assez virulente ;

15 et 40 très virulentes.

En Italie, R 14 est considérée comme extrêmement virulente sur les blés descendants du blé japonnais *Akagomhugi,* c'est-à-dire la majorité des blés tendres italiens.

Le docteur Loegering demande que la détermination des races physiologiques ne fasse pas l'objet d'une étude pour cette seule fin, mais, quelle soit suivie de l'étude du comportement de collec-

tions de variétés, afin de déterminer celles présentant des gènes de résistance à une ou plusieurs races présentes dans le milieu.

V. — Les variétés résistantes a la Rouille noire

Le problème des variétés résistantes est important et complexe.

Un exemple : aux États-Unis, la variété *Lee* était résistante à toutes les races communes, en particulier à la race 15. L'extension de la race 15B, connue depuis 1938, à partir de 1951 a été un véritable désastre pour cette variété et de nombreuses autres considérées comme résistantes.

Il est donc essentiel de connaître les réactions des variétés aux races importantes. Aucun pays n'est à l'abri de l'attaque d'une race provenant d'un autre pays même très éloigné.

Il faudrait prévoir des pépinières internationales de variétés dans le monde entier.

Actuellement les États-Unis ont une excellente organisation de ces pépinières coopératives (plus de 300 000 échantillons de semence sont distribués aux pays étrangers chaque année). Ils se chargeront de l'organisation et de la distribution des semences aux stations qui en feront la demande. Plus de 60 pépinières sont en fonctionnement.

De plus, les chercheurs des États-Unis ont mis sur pied le test dit de « Porto-Rico ». Dans cette île ils éprouvent, en l'absence de toute culture de blé, dans des conditions de plein champ, le comportement des variétés à l'égard des races les plus agressives.

Des pépinières analogues devraient exister en Europe.

Pour toutes ces études coopératives, il serait bon d'utiliser une notation commune, par exemple, celle qui a été mise au point aux États-Unis.

0 immune 4 très sensible 5 réaction variable.

Les pépinières internationales ne font pas double emploi avec les pépinières du docteur Santiago, dont le but essentiel est la détermination des diverses races de Rouille rencontrées dans les pays d'Europe.

L'examen des variétés présentant une bonne résistance à la Rouille noire permet de préconiser pour les blés tendres :

a) les variétés issues de croisements réalisés aux États-Unis et au Mexique entre les variétés : *Mayo, Frontana, Newthatcher, Gabo, Timstein, Kenya* 58, *Kenya* 117 *A, Lee, Klein Cometa, Yaqui, Yaktana, Egypt Na* 95, *Mac Muracky, Kentana.*

b) les variétés issues des croisements réalisés en France entre les variétés *Étoile de Choisy*, 80, *Saunders* et *Frontana.*

c) la variété italienne *Elia* du professeur Dioniggi.

Il faut souligner l'absence de vraies variétés d'hiver dans l'assortiment, présentant une haute résistance aux diverses races de Rouille noire.

En blé dur, nous avons souligné l'intérêt d'obtenir non des variétés immunes aux différentes races, mais des variétés présentant une sensibilité faible à de très nombreuses races et une résistance aux facteurs externes qui augmentent les dégâts dûs aux Rouilles.

Variétés résistantes aux races communes en France :

Palestinien 20606, *S2, L.D.* 308, *Behuarter Taganrog, U. R. S. S.* 477.

Sanchez-Monge (Espagne) a indiqué que certains *T. dicoccum* d'Espagne présentent une très grande résistance à l'égard de la Rouille noire.

Il est mentionné l'intérêt de rechercher des gènes nouveaux de résistance dans les espèces encore peu étudiées (*T. durum, dicoccum aethiopicum*, etc.) et les espèces nouvelles de *Triticum* récemment découvertes par les expéditions japonaises et russes en Asie centrale et dans le Moyen-Orient.

Enfin Overlaet (Belgique) a montré la différence de comportement de certaines variétés suivant les phases du développement. Ce fait est valable pour les trois Rouilles.

La phase de très grande sensibilité à la Rouille brune s'étend de l'épiaison à la fin de la floraison pour un grand nombre de variétés.

Pour la Rouille noire, on trouve suivant les variétés plusieurs cas :

Variétés sensibles à tous les stades : rares ;

Variétés résistantes à tous les stades : extrêmement rares ;

Variétés sensibles au stade plantule, résistantes à la montaison, sensibles, par suite : cas général ;

Variétés très sensibles au stade plantule devenant très résistantes par la suite (cas de *Selkirk*).

Des observations similaires ont pu être effectuées à Versailles et à Montpellier sur les semis échelonnés.

LOEGERING a confirmé ces faits : la température n'a qu'une action très faible sur la germination des champignons si le stade de sensibilité de la plante est atteint. (Les urédospores de Rouille noire peuvent germer et contaminer dès 2° centigrades).

Il indique que dans la recherche de variétés résistantes, la génétique de la résistance doit tenir compte des deux éléments : plante hôte et parasite. Seule l'interaction entre les deux individus est importante à considérer.

En général : au moins trois ou quatre gènes sont intéressés chez le Blé et chez le Parasite ce qui rend les études très compliquées. De plus, le type d'infection est influencé par les facteurs du milieu.

VI. — Traitement chimique de la Rouille noire

Deux communications ont été présentées concernant le traitement chimique de la Rouille noire. Jusqu'à ce jour, aucune expérimentation à grande échelle n'a été entreprise en Europe pour démontrer l'intérêt de la lutte chimique contre la maladie.

L'efficacité des sels de nickel vis-à-vis du *P. graminis* a été étudiée par M. ROSA à la Station de Pathologie végétale de Rome sur la variété *Mentana*. Le sulfate ammoniacal de nickel incorporé au sol, au stade tallage à raison de 40 kg par hectare, a une légère action par rapport au témoin mais sans signification statistique.

Par contre, la pulvérisation, à titre préventif, de sulfate, de chlorure ou de nitrate de nickel en solution aqueuse à 0,1 p. 100 a diminué nettement l'intensité de l'attaque. En application curative à 0,15 p. 100, ces mêmes sels ont réduit le degré d'attaque, établi d'après l'échelle américaine, de 21 p. 100 dans le témoin à moins de 2 p. 100.

Le nitrate semble le plus efficace, mais sa supériorité n'était pas significative dans l'essai. L'auteur n'a pas observé d'effet phytotoxique. Dans les essais expérimentaux (études de l'influence de la Rouille sur le rendement, protection de pépinières) les sels de nickel paraissent pouvoir remplacer le zinèbe, surtout en raison de leur action curative.

Reçu pour publication en octobre 1961,

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (1), 85-89.

BLÉS ET ORGES D'HIVER INSCRITS EN 1961 AU CATALOGUE FRANÇAIS DES ESPÈCES ET VARIÉTÉS

M. SIMON

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise).

Au cours de sa séance du 17 octobre 1961, la Section « Céréales » du Comité technique permanent de la Sélection, après examen des rapports expérimentaux présentés par l'Institut national de la Recherche agronomique, a proposé à l'inscription au Catalogue des espèces et variétés françaises :

— une nouvelle variété d'Orge d'hiver ;

— neuf nouvelles variétés de Blé d'hiver.

Les noms de ces nouveautés et de leurs obtenteurs, leur origine génétique se trouvent énumérés ci-dessous :

	Nom	Obtenteur	Origines
ESCOURGEON :			
	France-Déa	Engelen's Secobrah	Lignée de *Déa*
BLÉ D'HIVER :			
	Magali	Blondeau	*Petit-Quinquin* × (*Yga* × *68-2*) (1)
	Languedoc	I.N.R.A.	*Saunders* × *Étoile-de-Choisy.*
	Floress	Cambier	(*Magdalena* × *Heine VII*) (*68-2* × *9-17*) (2).
	Primepi	Dromigny et Hamel	Sélection dans *Superhâtif.*
	Abel	Lafite	*Alsace 22* × *Bellevue.*
	Hivernal	Belloy	(*Ile-de-France* × *V. 27*) × Blé à épi carré, type *Heine VII.*
	Somme	Desprez	*Cappelle* × *Pansar II*
	Arromanches	Lepeuple	*V. 27* × *Hybride-du-Joncquois.*
	Aa	Blondeau	*Yga* × *68-2* (1).

(1) 68-2 géniteur de la Station centrale d'Amélioration des Plantes — lignée sœur d'Étoile-de-Choisy.

(2) (68-2 × 9-17) géniteur de la Station centrale d'Amélioration des Plantes (9-17) provenant du croisement (PLM × dans Vilmorin 23).

Les caractéristiques culturales sont résumées dans les tableaux suivants. On ne doit leur accorder qu'une valeur provisoire car la plupart des observations n'ont porté que sur deux années. Dans bien des cas, une confirmation est nécessaire. Il est toutefois possible de « situer » la nouveauté comparativement aux variétés déjà cultivées.

Tableau orge

L'escourgeon *France-Déa* devrait donner de bons résultats en France comme la variété « Déa » dont il est issu, l'a fait à l'étranger : bon rendement, bonne résistance à l'Oïdium. Il est possible que sa résistance à la verse s'avère, dans les bonnes terres, insuffisante.

Les neuf variétés nouvelles de blé constituent une gamme de précocité assez étalée ; entre la variété la plus précoce *Languedoc* et la variété la plus tardive *Somme*, il y a plus de 20 jours d'écart à l'épiaison. Les sélectionneurs français, utilisant de nouveaux géniteurs, sortent des sentiers battus et recherchent des blés mieux adaptés aux conditions climatiques particulières du nord, du sud ou de l'est de la France. Ceci est encourageant pour l'avenir.

Dans l'ordre du tableau et parmi les plus précoces, *Magali Blondeau* se remarque par sa très grande alternativité, et sa capacité de production en région Sud en semis d'hiver, et en région Nord, particulièrement en semis de mars. Cette très grande souplesse demande à être confirmée, car la variété risque d'être handicapée certaines années par sa sensibilité au piétin-verse et à la rouille noire.

Tableaux blés

A productivité comparable, *Languedoc* INRA présente quelques jours de précocité de plus qu'*Étoile-de-Choisy*, ce qui peut se traduire par un accroissement de sécurité culturale dans le Sud, et inversement un danger plus grand dans le Nord (risque sérieux de gelée au printemps). Résistant mieux aux rouilles noire, jaune et brune et possédant une force boulangère bien meilleure, il reste à savoir si ce blé a la souplesse d'adaptation d'*Étoile-de-Choisy*.

	Rendement	Qualité Extrait	Facteurs de régularité du rendement						Caractéristiques morphologiques		
			Précocité	Froid	Verse	Oïdium	Rouille naine	Charbon	Hauteur de la paille	Type du grain	Pilosité du sillon
France-Déa	Supérieur à *Bordia*	Légèrement inférieure à *Probstdorf*	*Bordia-Probstdorf*	Légèrement supérieur à *Bordia*	Légèrement supérieur à *Bordia*	Peu sensible	Peu sensible à assez sensible	Sensible, moins que *Bordia*	Moyenne à courte	B	Glabre

Floress-Cambier allie à une bonne productivité un ensemble de caractéristiques intéressantes, précocité, résistance à la verse, bonne tenue au froid, bonne résistance à la rouille jaune et au charbon. En raison de sa précocité, la sensibilité à la rouille noire et à la rouille brune ne doivent pas constituer un handicap sérieux en zone Nord. Il est susceptible de bien se comporter dans les régions où les coups de chaleur en fin de végétation sont à craindre. En zone Est et en zone Sud, l'expérimentation est à faire.

Parmi les variétés précoces, citons également, *Primepi-Dromigny et Hamel*. Sélectionné dans *Superhâtif*, il est, en fait, commercialisé depuis plusieurs années sous ce nom. Son aire de culture tend à se localiser de plus en plus dans le Sud-Ouest. Moins productif qu'*Étoile-de-Choisy* il serait moins « exigeant » et de ce fait est apprécié par certains agriculteurs. Caractère particulier : *Primepi* a un très gros grain.

Dans le groupe des résistants au froid, *Abel-Lafite*, de par ses origines et son aspect en végétation, s'apparente à *Bellevue*. Il présente par rapport à ce dernier une force boulangère bien supérieure, une meilleure résistance à la verse et à la rouille jaune. Son aire de culture restera probablement

TABLEAU 2

	Caractéristiques morphologiques			Rendement				Qualité (Force boulangère)
	Couleur de l'épi	Couleur du grain	Hauteur de la paille	Zone Nord — Semis d'hiver	Zone Nord — Semis de mars	Zone Est	Zone Sud	
Magali Blondeau ..	Blanc	Roux	Courte, de l'ordre de *Cappelle*.	De l'ordre de *Cappelle* ou légèrement inférieur.	De l'ordre de *Heurtebise*.		De l'ordre d'*Étoile-de-Choisy*.	Bonne, de l'ordre de *Vilmorin 27* en rég. N ; très sup. à *Étoile-de-Choisy* dans le S.
Languedoc INRA.	Blanc	Roux	Très courte, légèrement plus courte qu'*Étoile-de-Choisy*.				De l'ordre d'*Étoile-de-Choisy*.	Bonne, très supérieure à *Étoile-de-Choisy*.
Floress Cambier ..	Blanc	Roux	Courte à très courte inférieure à *Cappelle*.	De l'ordre de *Cappelle* ou légèrement inférieur.		A préciser.	A préciser.	Sup. à *Vilmorin 27*. Courbe à gonflement très court.
Primepi-Dromigny et Hamel	Blanc	Roux	Moyenne, légèrement plus courte que *Vilmorin 23*.	De l'ordre de *Vilmorin 27*.			Inférieur à *Étoile-de-Choisy* 5 à 8 %.	Bonne, très supérieure à *Étoile-de-Choisy*.
Abel Lafite	Blanc	Roux	Courte, 5 à 10 cm de + que *Cappelle*	Inférieur à *Cappelle*		De l'ordre de *Bellevue* ou lég. sup.		Bonne, très supérieure à *Bellevue*.
Hivernal Belloy	Blanc	Roux	Courte comme *Cappelle* ou légèrement plus haute.	Inférieur à *Cappelle* 5 à 8 %.		A préciser.		Moyenne, inférieure à *Cappelle*.
Somme Desprez	Blanc	Roux	Courte, lég. + haute que *Capelle*.	Légèrement inférieur à *Cappelle*.		A préciser.		Moy. à assez bonne, inf. à *Cappelle*.
Arromanches Lepeuple	Blanc	Roux	Courte, identique à *Cappelle*.	De l'ordre de *Cappelle*.		Éventuellement à préciser.		Moyenne, inférieure à *Cappelle*.
A*a* Blondeau	Blanc	Roux	Courte, 5 cm de + que *Cappelle*.	Inférieur à *Cappelle* 3 à 6 %.		Éventuellement à préciser.		Supérieure à *Vilmorin 27*, courbe à gonflement court.

Pour évaluer la productivité d'une variété, les essais de rendement sont répartis en trois zones :
Zone Nord englobant le nord de la France, le Bassin Parisien, l'Ouest (Bretagne-Vendée) et les plaines du Massif Central.
Zone Est s'étendant des Ardennes aux Alpes.
Zone Sud groupant le Bassin d'Aquitaine, le Languedoc et la Vallée du Rhône.

	Facteurs de régularité du rendement								
	Précocité	Alternativité	Froid	Verse	Rouille noire	Rouille jaune	Rouille brune	Charbon (Race *V.* 27)	Piétin-Verse
Magali Blondeau	Précoce, quelques jours avant *Heurtebise.*	Alternatif, type *Heurtebise.*	Sensible (*Vilmorin 23*).	Assez résistant, de l'ordre de *Cappelle* ou légèrement sup.	Assez sensible à sensible.	Résistant.	Assez sensible.	Résistant.	Très sensible.
Languedoc INRA	Très précoce, qq jours avant *Étoile-de-Choisy.*	Demi-hiver, demi-alternatif (*V. 23, Petit-Quinquin*).	Assez sensible à sensible (*Vilmorin 27*). (*Vilmorin 23*).	Résistant, de l'ordre d'*Étoile--de-Choisy.*	Peu sensible.	Peu sensible jusqu'à la période floraison.	Peu sensible à assez sensible.	Résistant.	Très sensible.
Floress Cambier	Précoce, quelques jours avant *Heurtebise.*	Hiver (*Vilmorin 27*).	Peu sensible à assez résistant (*Ét.-de-Choisy, Marne*).	Résistant, de l'ordre d'*Étoile-de-Choisy.*	Sensible à très sensible.	Assez résistant.	Sensible à très sensible.	Résistant.	Sensibilité à préciser.
Primepi- Dromigny et Hamel	Précoce, quelques jours avant *Heurtebise.*	Demi-hiver, demi-alternatif (*Petit-Quinquin*)	Assez sensible (*Vilmorin 27*).	Peu sensible, de l'ordre de *Vilmorin 27.*	Assez sensible.	Peu sensible à assez sensible.	Assez sensible à sensible.	Peu sensible.	Sensibilité à préciser.
Abel Lafite	Précoce - demi - précoce, 4 à 6 jours avant *Cappelle.*	Hiver (*Cappelle*)	Assez résistant (*Renfort-Bellevue*).	Assez résistant, de l'ordre de *Cappelle.*	Sensible.	Résistant.	Très sensible.	Résistant.	Sensible à très sensible.
Hivernal Belloy	Demi-précoce (*Vilmorin 27*).	Hiver (*Cappelle*).	Assez résistant (*Renfort-Bellevue*).	Assez résistant à peu sensible (*Cappelle, V. 27*).	Sensible à très sensible.	Résistant.	Sensible à très sensible.	Résistant.	Sensible.
Somme Desprez	Demi-tardif (*Cappelle*).	Hiver (*Cappelle*).	Assez résistant (*Renfort-Bellevue*).	Assez résistant de l'ordre de *Cappelle.*	Sensible à très sensible.	Assez résistant.	Sensible à très sensible.	Peu sensible.	Semi-sensibilité à préciser.
Arromanches Lepeuple	Demi-précoce demi-tardif (*V. 27-Cappelle*).	Hiver (*Cappelle*).	Peu sensible (*Cappelle*).	Assez résistant, de l'ordre de *Cappelle.*	Sensible à très sensible.	Peu sensible à assez sensible.	Sensible.	Résistant.	Semi-sensibilité à préciser.
A*a* Blondeau	Demi-précoce (*V. 27*).	Hiver (*Vilmorin 27*).	Peu sensible à assez résistant (*Ét.-de-Choisy*)	Assez résistant, *Cappelle* ou légèrement inf.	Assez sensible à sensible.	Résistant.	Sensible à assez sensible.	Résistant.	Très sensible.

limitée à l'Est de la France. Il en sera sans doute de même d'*Hivernal-Belloy* morphologiquement et physiologiquement très proche de la variété allemande *Heine VII*. L'expérimentation, entreprise surtout en zone Nord, démontre, en effet, que sa productivité est inférieure à celle de *Cappelle*.

La variété *Somme Desprez* grâce à sa productivité et à sa résistance au froid, peut être cultivée dans la zone Nord et la zone Est comme le sont *Cappelle* et *Marne*. Elle est plus résistante au froid que *Cappelle* mais de force boulangère plus faible et peut-être moins productive. Comparativement à *Marne* elle apparaîtra plus résistante à la verse, mais plus sensible à la rouille noire, avec une force boulangère également beaucoup plus faible.

Issu des mêmes géniteurs que *Cappelle* à savoir (*Vilmorin* 27 × *Hybride-du-Joncquois*) — croisement fait en 1948 — *Arromanches-Lepeuple* en possède la plupart des caractéristiques sauf la force boulangère ; même productivité, même résistance à la verse, même comportement aux maladies, sa sensibilité au piétin-verse restant à préciser.

Après *Jöel* et *Möeres* les établissement BLONDEAU ont sélectionné du croisement *Yga* × *68-2* = *Aa-Blondeau*. Il faut attendre plusieurs années de grande culture pour dire quelle sera des trois, la meilleure variété, leur productivité s'avérant, dans les premiers essais comparatifs, inférieure à celle de *Cappelle*.

Reçu pour publication en décembre 1961.

Le Directeur-Gérant : M. L. CAGNAC.

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 4-1962.

Dépôt légal : 2e trimestre 1962 *N° d'impression : 414*

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, PARIS-VII^e^. Tél. : INV 41.09.
Directeur : H. FERRU

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres................ MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique.

Agronomie. — M. BOISCHOT, Directeur de la Station centrale d'Agronomie.

Physiologie Végétale. — M. COÏC, Directeur de la Station centrale de Physiologie végétale.

Amélioration des Plantes. — M. MAYER, Directeur de la Station centrale de Génétique et Amélioration des Plantes.

Épiphyties. — M. DARPOUX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale,
M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole,
M. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

Abeille. — M. LOUVEAUX, Directeur de la Station de Recherches sur l'Abeille et les Insectes sociaux.

Zootechnie. — M. A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique,
M. FÉVRIER, Directeur de la Station de Recherches sur l'Élevage,
M. PÉRO, Directeur de la Station de Recherches avicoles.

Technologie agricole. — M. FLANZY, Directeur de la Station centrale de Technologie des produits végétaux,
M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Technologie des produits animaux.

Biologie animale, Biochimie, Biophysique. — M. FRANÇOIS, Directeur du Service de Biochimie et de Nutrition.
M. THIBAULT, Directeur de la Station de Physiologie animale.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
149, rue de Grenelle, PARIS-VII^e^, Tél. : INV 41.09.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1962

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
AGRONOMIE	50 NF	56 NF	9,50 NF
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE	30 NF	34 NF	8 NF
AMÉLIORATION DES PLANTES	35 NF	39 NF	9,50 NF
ÉPIPHYTIES	35 NF	39 NF	9,50 NF
ABEILLE	20 NF	22 NF	6,50 NF
ZOOTECHNIE	40 NF	44 NF	11 NF
TECHNOLOGIE	35 NF	39 NF	9,50 NF
BIOLOGIE ANIMALE	40 NF	44 NF	11 NF

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 0,40 NF en timbres-poste.

Les demandes d'abonnements doivent être adressées au Service des Publications de l'Institut National de la Recherche Agronomique, 149, rue de Grenelle, PARIS-VII^e^. Règlement par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal à son compte courant postal, PARIS, 9064-43, ou par bons U. N. E. S. C. O. Elles peuvent être également souscrites par l'intermédiaire des libraires dans les conditions habituelles.

TABLE DES MATIÈRES

M. Rives. — Sur l'analyse de la variance. II L'additivité 5
L. Levadoux, D. Boubals, M. Rives. — Le genre *Vitis* et ses espèces. Essai de synthèse 19
E. Pochard, C. Goujon, S. Vergara. — Influence de la température, de l'éclairement et du stade de la plante sur l'expression de la sensibilité à un biotype de Rouille jaune de quelques variétés françaises de Blé 45
G. Solignat. — Observations sur la résistance des châtaigniers à l'*Endothia parasitica* 59

Mise au point.

P. Dommergues. — Mutagenèse expérimentale 67

Informations.

J. Ponchet, P. Grignac. — Le second Colloque européen sur la Rouille noire des céréales..... 79
M. Simon. — Blés et Orges d'hiver inscrits en 1961 au Catalogue français des espèces et variétés 85

CONTENTS

M. Rives. — Analysis of variance. II. Additivity 5
L. Levadoux, D. Boubals, M. Rives. — The genus *Vitis* and its species 19
E. Pochard, C. Goujon, S. Vergara. — Influence of temperature, light and stage on the expression of susceptibility to a biotype of stripe Rust of several French Wheat varieties.. 45
G. Solignat. — Observations on Chestnut trees resistance to *Endothia parasitica* 59

Review.

P. Dommergues. — Experimental mutagenesis 67

Informations.

J. Ponchet, P. Grignac. — Second European Colloquium on cereal stem Rust 79
M. Simon. — Winter wheat and barley varieties registered during 1961 in the French official Register 85

I. N. 209.123

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

vol. 12 - 1962 - n° 2

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (2), 93-115.

ÉTUDE BIOMÉTRIQUE DE LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE INDUITE, PAR RADIATIONS IONISANTES, DANS UNE LIGNÉE PURE D'UNE PLANTE DIPLOIDE AUTOFÉCONDÉE

I. — Partie théorique

M. DALEBROUX

Ingénieur aux Services de Biologie de l'Euratom, détaché à l'Institut de Génétique de l'Université de Pavie (Italie).

SOMMAIRE

Après irradiation de graines d'une lignée pure d'une plante diploïde autofécondée, on étudie, au cours des générations successives, la décomposition théorique des critères de variabilité en composant additif, composant dû aux effets de dominance et composant dû au milieu.

Deux cas sont envisagés selon deux hypothèses :

1° Les plantes issues directement des graines irradiées ne sont pas des chimères. En d'autres mots, on suppose qu'une seule cellule de l'embryon dormant irradié donne naissance à la plante.

2° Les plantes issues directement des graines irradiées sont des chimères. On suppose donc qu'au moins deux cellules de l'embryon dormant irradié fournissent la plante.

De plus, dans chacun de ces deux cas, on envisage une approche théorique permettant de répondre à la question suivante : les mutations induites par les radiations ionisantes dans le patrimoine plurifactoriel peuvent-elles être aussi souvent dominantes que récessives?

INTRODUCTION.

Dans des buts de sélection, la possibilité d'induire une variabilité génétique pour des caractères quantitatifs d'intérêt économique, possibilité qui a été envisagée déjà par Scossiroli, Scossiroli et Buzzati, Grégory, Oka et ses collaborateurs, etc., peut avoir une très grande importance. On comprend que, lorsqu'on est à même d'augmenter la variabilité génétique concernant un caractère d'intérêt économique, on peut s'attendre à une meilleure réponse à la sélection. Dans certains cas, notamment

chez les plantes cultivées, où la réponse à la sélection ne correspond plus aux efforts fournis pour la simple raison que la sélection a été faite déjà depuis un très grand nombre d'années, il est possible que l'induction d'une nouvelle variabilité génétique permette d'effectuer efficacement la sélection dans le but d'améliorer la productivité.

En conséquence, l'étude de la variabilité induite chez les plantes par les radiations ionisantes revêt une très grande importance.

Si l'on emploie la méthode de K. MATHER pour décomposer les estimations des variances et covariances relatives à un caractère plurifactoriel en D (effets additifs, ou portion fixable), H (effets de dominance, ou portion non fixable) et E (effets dus à l'influence du milieu), on peut directement juger des possibilités ultérieures de pression de la sélection sur le caractère considéré. Comme on le verra plus loin, la première étape des calculs permettant d'estimer les paramètres D, H et E est la suivante : on choisit, comme origine des mesures des valeurs génotypiques, la valeur génotypique due à l'action du génotype hétérozygote $\underline{A}\underline{a}$ dans le cas d'additivité, et on appelle d, h, et $-d$ les valeurs génotypiques de $\underline{AA}$, $\underline{Aa}$ et $\underline{aa}$ respectivement ; de plus, on dénomme par p une fonction de la probabilité m d'obtenir $\underline{a}$ à partir de $\underline{A}$ par irradiation.

Au cours des calculs, on rencontre un terme en S (pdh) qui est négligé par les auteurs sous prétexte qu'il est égal à zéro.

Le présent travail poursuit le but suivant : on va essayer, dans le cas d'irradiation, de voir, grâce à ce terme S (pdh), si une mutation intéressant un facteur faisant partie du patrimoine héréditaire responsable d'un caractère plurifactoriel d'une plante, c'est-à-dire un caractère quantitatif à variabilité continue, peut être soit presque toujours récessive soit dominante ou récessive au hasard. Le deuxième membre de cette alternative est contraire à ce qu'on a observé chez les oligogènes (notamment chez *Drosophila*) pour lesquels les mutations induites conduisent généralement à des pertes de fonction en ce qui concerne le caractère étudié, et sont donc récessives. Un test non significatif du terme S (pdh) suggèrera l'idée que l'hypothèse de récessivité casuelle est la bonne, tandis qu'un test significatif du terme S (pdh) voudra simplement dire que la mutation induite est, comme pour les oligogènes, récessive dans la plupart des cas.

De plus, un test non significatif de S (pdh) signifiera qu'il conviendra de négliger dorénavant ce paramètre dans l'établissement des équations normales, puisqu'il est nul. Par contre, si S (pdh) se révèle différent de zéro, cela signifiera qu'il faudra en tenir compte dans l'élaboration des équations normales.

Ceci est important, car le fait d'introduire un paramètre supplémentaire fournit une matrice de coefficients totalement différente de celle obtenue sans l'introduction de ce paramètre. Or, si la matrice des coefficients des équations normales est différente, sa matrice inverse change aussi. Cette dernière est nécessaire pour trouver les valeurs des paramètres étudiés qui, introduits dans les formules des critères de variabilité (variance et covariances), fournissent les valeurs numériques théoriques de ces critères de variabilité. De là, la variance V des valeurs observées desdits critères vis-à-vis de leurs valeurs théoriques respectives prend une importance différente. Les variances V_D, V_H, et V_E des paramètres, calculées en fonction de V et des coefficients adéquats se trouvant sur la diagonale principale de la matrice inverse, peuvent aussi changer.

Tout ceci peut conduire à des tests erronés. Nous nous proposons d'essayer de

montrer comment il est possible de répondre à la question de récessivité casuelle d'une mutation induite chez un facteur faisant partie du patrimoine plurifactoriel d'une plante diploïde autofécondée ; la réponse à cette question doit évidemment résoudre le second aspect du problème, à savoir : faut-il ou non tenir compte du paramètre S (*pdh*) dans l'établissement des équations normales ?

Si l'on irradie des graines, il faudra distinguer deux cas :

1° *Les plantes issues des graines irradiées ne sont pas des chimères.*
2° *Les plantes issues des graines irradiées sont des chimères.*

Le tout est de savoir si, dans l'embryon dormant de la graine traitée, une seule cellule est destinée à donner la plante ou si plusieurs cellules fournissent l'individu. Plusieurs travaux ont été effectués à ce sujet pour des espèces déterminées. Nous nous contenterons de citer GAUL (Orge) et MOH (Caféier).

Premier cas :

les plantes issues des graines irradiées ne sont pas des chimères

Si l'on considère un couple allélomorphe $\underline{AA}$, et si l'on appelle *m* la probabilité d'obtenir $\underline{a}$ à partir de $\underline{A}$, la génération X_1, issue directement d'un lot de graines irradiées, sera composée de $2\,m = p$ plantes $\underline{Aa}$ et de $(1 - p)$ plantes $\underline{AA}$. Notons tout de suite que le fait d'écrire $\underline{Aa}$ n'implique pas à priori la récessivité de $\underline{a}$ vis-à-vis de $\underline{A}$. La lettre minuscule est employée pour signaler uniquement que le gène qu'elle représente est un mutant ayant une influence différente de celle exercée par $\underline{A}$ sur le caractère étudié. $\underline{A}$ représente le gène non muté du couple allélomorphe.

Deuxième cas :

les plantes issues des graines irradiées sont des chimères

La seule affirmation que l'on puisse avancer est la suivante : si on appelle *m* la probabilité d'avoir $\underline{a}$ à partir de $\underline{A}$, les cellules embryonnaires de chaque graine se trouvent, après irradiation, dans les proportions de $2m$ cellules $\underline{Aa}$ et $(1 - 2\,m)$ cellules $\underline{AA}$. Toutes les plantes X_1 issues de ces graines seront des chimères de tissus $\underline{Aa}$ et $\underline{AA}$ Les proportions de ces tissus peuvent varier d'une plante à l'autre en fonction de la sélection intrasomatique. On peut cependant admettre que, dans chaque plante, la proportion de tissu $\underline{AA}$ sera forte par rapport à celle de tissu $\underline{Aa}$, si au départ, on considère *m* comme petit. Il y aura ainsi dans la population globale X_1 une proportion *p* de graines issues du tissu $\underline{Aa}$ et une proportion $(1-p)$ de graines issues du tissu $\underline{AA}$.

Troisième cas :

irradiation de pollen au lieu de graines

La probabilité d'obtenir $\underline{a}$ à partir de $\underline{A}$ étant *m*, on obtient, par irradiation, $m = p$ grains de pollen $\underline{a}$ et $(1-p)$ grains de pollen $\underline{A}$. Toute considération de sélection gamétique ou zygotique mise à part, le pollen irradié, fécondant des ovules non traités fournit *p* plantes $\underline{Aa}$ et $(1-p)$ plantes $\underline{AA}$ en génération X_1.

Nous ne considérons, dans ce travail, que les effets des radiations sur les *graines*.

Dans une première partie, nous allons envisager le cas où les graines irradiées fournissent des plantes non chimériques, tandis que, dans une seconde partie, nous traiterons du cas où les graines irradiées donnent des individus chimériques.

Dans les deux situations, voici les hypothèses de travail employées :

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, si nous choisissons, comme origine des mesures des valeurs génotypiques, la valeur génotypique due à l'action du génotype $\underline{A}\underline{a}$ dans le cas d'additivité, et que nous appelons d, h et $-d$ les valeurs génotypiques de $\underline{AA}$, $\underline{A}\underline{a}$ et $\underline{aa}$ respectivement :

1° d sera positif et $-d$ négatif si la mutation est hypomorphique ;

2° d sera négatif et $-d$ positif si la mutation est hypermorphique ;

3° h sera égal à zéro s'il n'y a aucune dominance entre les allèles du couple $\underline{A}$-$\underline{a}$;

4° h sera du même signe que d si $\underline{A}$ est complètement ou partiellement dominant sur $\underline{a}$;

5° h sera du même signe que $-d$ si $\underline{a}$ est complètement ou partiellement dominant sur $\underline{A}$.

Les figures 1 et 2 schématisent ce qui vient d'être dit.

En passant à plusieurs couples allélomorphes supposés agir indépendamment les uns des autres, et en supposant que les situations schématisées aux figures 1 et 2 peuvent arriver aussi fréquemment l'une que l'autre, on a :

$$S\,(pd) = 0\,; \quad S(ph) = 0\,; \quad S\,(pdh) = 0\,; \qquad (1).$$

$S\,(pd) = 0$ signifie que le signe de d est randomisé et que, par conséquent, la mutation peut être, au hasard, hypomorphique ou hypermorphique.

$S\,(ph) = 0$ signifie que le signe de h est randomisé.

$S\,(pdh) = 0$ signifie que le signe de h ne dépend pas de celui de d ; en d'autres mots, le gène muté $\underline{a}$ peut être aussi souvent dominant que récessif vis-à-vis de son allèle $\underline{A}$. Dès lors, le signe du produit dh peut changer au hasard d'un couple d'allèles à l'autre.

Ces trois égalités constituent l'hypothèse (1).

Par contre, si, sur la base des connaissances acquises par l'étude des mutations induites chez les oligogènes par les radiations ionisantes (*Drosophila*), on suppose que le type non muté $\underline{A}$ est, le plus souvent, au moins partiellement dominant sur son allèle muté $\underline{a}$, le signe de h est, dans la plupart des cas donc, le même que celui de d. De là, l'hypothèse d'hypomorphisme ou d'hypermorphisme restant posée, on a :

$$S\,(pd) = 0\,; \quad S\,(ph) = 0\,; \quad S\,(pdh) > 0\,; \qquad (2).$$

Ceci est l'hypothèse (2).

Notons que seule la valeur de $S\,(pdh)$ peut être testée, que ce soit dans l'hypothèse (1) ou dans l'hypothèse (2). Cependant, même si le premier terme de chacune des deux hypothèses n'est pas valable du fait que la mutation se passe plus souvent dans un sens que dans l'autre, c'est-à-dire même si on rejette à priori l'hypothèse admettant

que la mutation peut être hypomorphique ou hypermorphique au hasard, le troisième terme, S (pdh) $\geqslant$ o, reste valable et peut toujours être testé. Le second terme,

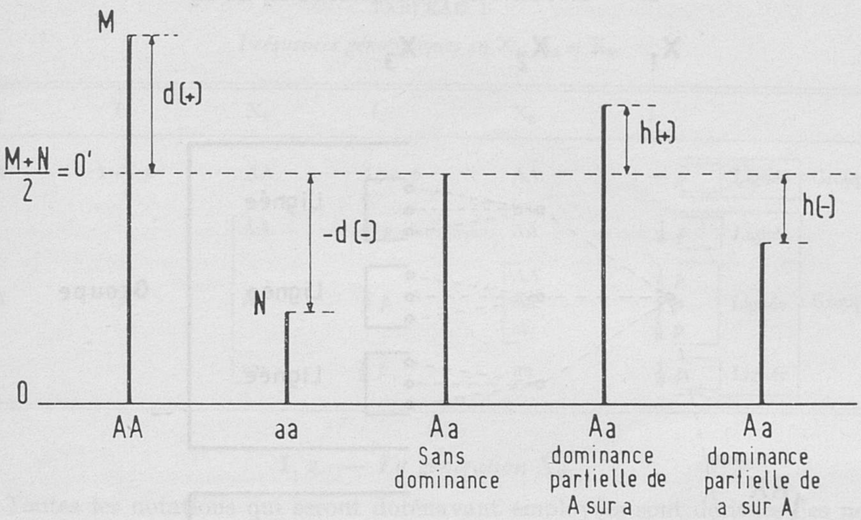


FIG. 1. — Mutation hypomorphique

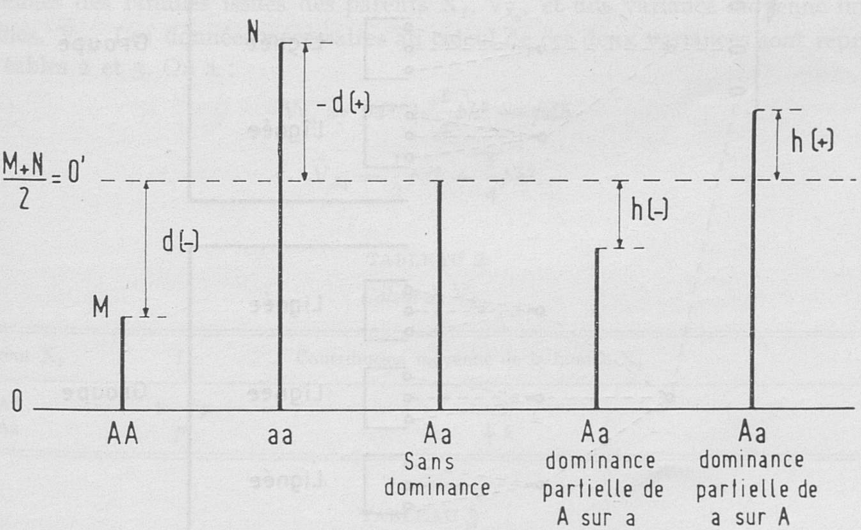


FIG. 2. — Mutation hypermorphique

S (ph) = o, n'est vrai (i) que si le signe de h est « randomisé », avec S (pd) égal à zéro ou différent de zéro, ou (ii) que si, S (pd) étant égal à zéro, donc le signe de d étant « randomisé », le signe de h est le plus souvent le même que celui de d. Ici encore, quoi qu'il en soit, S (pdh) $\geqslant$ o peut toujours être testé.

PREMIER CAS : LES PLANTES X_1 NE SONT PAS CHIMÉRIQUES.

1. — ÉTUDE DES GÉNÉRATIONS X_2 ET X_3

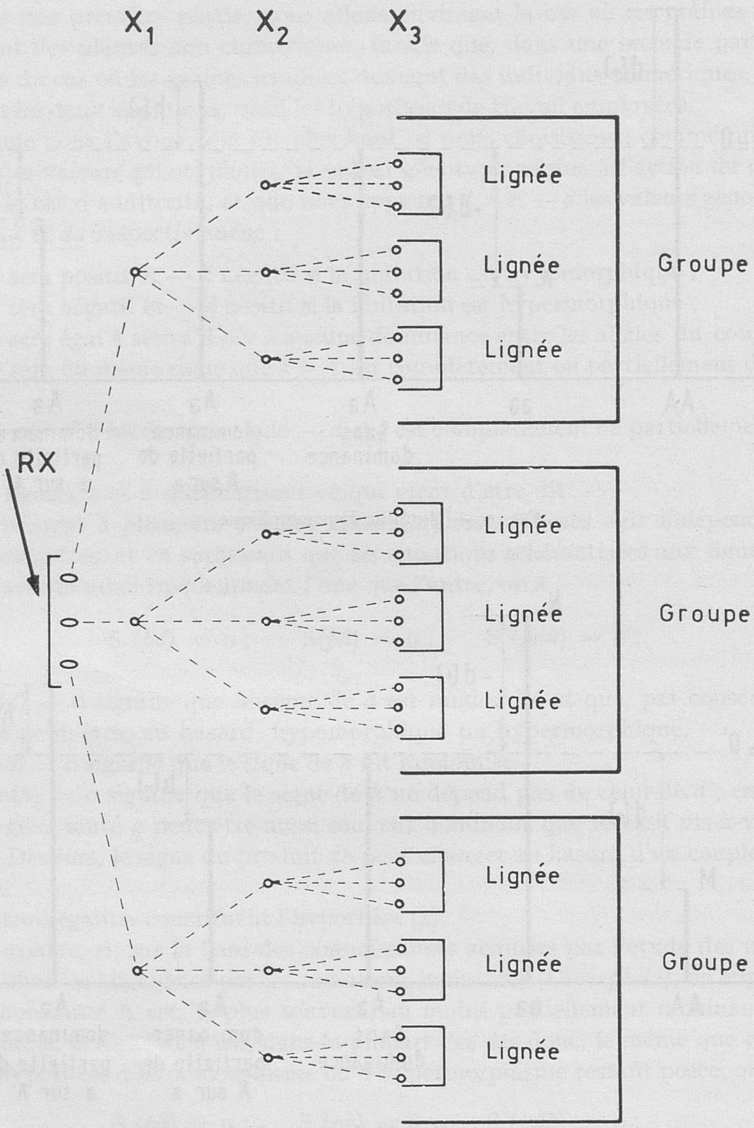


FIG. 3. — Représentation schématique de la ségrégation des graines irradiées

I. 1. — *Fréquences génotypiques*

Les graines irradiées fournissent, par autofécondation, les plantes de la génération X_1 laquelle, à son tour, donne la génération X_2 ; celle-ci donne la génération X_3. La figure 3 schématise les trois générations.

Par analogie avec la ségrégation représentée à la figure 3, les fréquences génotypiques se répartissent comme indiqué à la table 1.

TABLEAU 1

Fréquences génotypiques en X_1, X_2 *et* X_3.

X_1	f	X_2	f	X_3	f		
AA	$1 - p$	AA	$1 - p$	AA	$1 - p$	Lignée	Groupe
		AA	$\frac{1}{4} p$	AA	$\frac{1}{4} p$	Lignée	
				AA	$\frac{1}{8} p$		
AA	p	Aa	$\frac{1}{2} p$	Aa	$\frac{1}{4} p$	Lignée	Groupe
				aa	$\frac{1}{8} p$		
		aa	$\frac{1}{4} p$	aa	$\frac{1}{4} p$	Lignée	

I. 2. — *La génération* X_2

Toutes les notations qui seront dorénavant employées sont dérivées des notations de K. MATHER (1949).

La variance génétique totale de la X_2, V_{X_2}, se décompose en une variance des moyennes des familles issues des parents X_1, $V_{\bar{X}_2}$, et une variance moyenne intra-familles, $\bar{V}_{X_2}$. Les données nécessaires au calcul de ces deux variances sont reprises aux tables 2 et 3. On a :

$$V_{\bar{X}_2} = pd^2 + \frac{1}{4}ph^2 - pdh$$

$$\bar{V}_{X_2} = \frac{1}{2}pd^2 + \frac{1}{4}ph^2.$$

TABLEAU 2

Calcul de $V_{\bar{X}_2}$.

Parent X_1	f	Contribution moyenne de la famille X_2
AA	$1 - p$	d
Aa	p	$\frac{1}{2} h$

TABLEAU 3

Calcul de $\bar{V}_{X_2}$.

Parent X_1	f	Variance de la famille X_2
AA	$1 - p$	O
A*a*	p	$\frac{1}{2}d^2 + \frac{1}{4}h^2$

Les termes en p^2 ont été négligés car p est habituellement petit. Il en sera de même pour tous les autres calculs.

La somme de ces deux variances est égale à la variance totale de la X_2, V_{X_2}, que l'on peut calculer directement sur la base de la table 4 qui donne :

$$V_{X_2} = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{2}ph^2 - pdh = V_{\bar{X}_2} + \overline{V}_{X_2}.$$

TABLEAU 4

Calcul de $V_{\bar{X}_2} + \overline{V}_{X_2} = V_{X_2}$

Génotype X_2	f	Contribution
AA	$1 - \frac{3}{4}p$	d
A*a*	$\frac{1}{2}p$	h
aa	$\frac{1}{4}p$	$-d$

I. 3. — *La génération* X_3

I.3.1. — $V_{\bar{X}_3}$ *et* $\overline{V}_{X_3}$.

Le tableau de ségrégation en X_3 (table 1) fournit les données nécessaires au calcul de V_{X_3} (table 5). On obtient :

$$V_{X_3} = \frac{7}{4}pd^2 + \frac{1}{4}ph^2 - \frac{1}{2}pdh.$$

TABLEAU 5

Calcul de V_{X_3}.

Génotype X_3	f	Contribution
AA	$1 - \frac{5}{8}p$	d
A*a*	$\frac{1}{4}p$	h
aa	$\frac{3}{8}p$	$-d$

Cette variance se décompose, comme V_{X_2}, en $V_{\bar{X}_3}$ et $\overline{V}_{X_3}$ (tables 6 et 7). La décomposition fournit :

$$V_{\bar{X}_3} = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{8}ph^2 - \frac{1}{2}pdh$$

$$\overline{V}_{X_3} = \frac{1}{4}pd^2 + \frac{1}{8}ph^2.$$

TABLEAU 6

Calcul de $V_{\bar{X}_3}$

Parent X_2	f	Contribution moyenne de la famille X_3
AA	$1 - \frac{3}{4}p$	d
A*a*	$\frac{1}{2}p$	$\frac{1}{2}h$
aa	$\frac{1}{4}p$	$-d$

TABLEAU 7

Calcul de $\overline{V}_{X_3}$.

Parent X_2	f	Variance de la famille X_3
AA	$1 - \frac{3}{4}p$	0
A*a*	$\frac{1}{2}p$	$\frac{1}{2}d^2 + \frac{1}{4}h^2$
aa	$\frac{1}{4}p$	0

La décomposition de la variance génétique de la génération X_3 n'est cependant pas terminée avec l'établissement des formules de $V_{\bar{X}_3}$ et $\overline{V}_{X_3}$. En effet, il est encore possible sur la base de la table 1, de décomposer $V_{\bar{X}_3}$ en :

— Variance intergroupes ;

— Variance interlignées intragroupes.

I.3.2. — *Variance intergroupes*, V_G.

La moyenne du groupe de lignées issues des plantes X_2 venant du parent X_1 AA est *d*.

La moyenne du groupe de lignées issues des plantes X_2 venant du parent X_1 A*a* est 1/4 *h*.

En conséquence, la table 8 fournit les données nécessaires au calcul qui donne :

$$V = pd^2 + \frac{1}{16}ph^2 - \frac{1}{2}pdh.$$

TABLEAU 8

Calcul de V_G.

Parent X_1	f	Moyenne du groupe X_3
AA	$1 - p$	d
A*a*	p	$\frac{1}{4}h$

I.3.3. — *Variance interlignées intragroupes*, V_L.

C'est la variance moyenne des moyennes des lignées dépendant de chaque parent X_1. La table 9 montre comment construire le tableau d'analyse.

TABLEAU 9

Parent X_1	X_2	X_3	Moyenne de la lignée X_3
AA $(1-p)$	AA	AA	d
Aa (p)	AA $\left(\frac{1}{4}\right)$	AA	d
	Aa $\left(\frac{1}{2}\right)$	AA $\left(\frac{1}{4}\right)$	$\frac{1}{2}h$
		Aa $\left(\frac{1}{2}\right)$	
		aa $\left(\frac{1}{4}\right)$	
	aa $\left(\frac{1}{4}\right)$	aa	$-d$

En ce qui concerne le parent X_1 AA, la variance des moyennes des lignées X_3 est égale à zéro. La table 10 permet le calcul de la variance des moyennes des lignées X_3 composant le groupe qui dépend du parent X_1 Aa. On a ainsi :

$$V_L = \frac{1}{2}pd^2 + \frac{1}{16}ph^2.$$

TABLEAU 10

Calcul de V_L.

Parent X_1	Parent X_2	f	Moyenne de la lignée X_3
Aa (p)	AA	$\frac{1}{4}$	d
	Aa	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}h$
	aa	$\frac{1}{4}$	$-d$

Remarquons que :

1) $$V_G + V_L = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{8}ph^2 - \frac{1}{2}pdh = V_{\bar{X}_3}.$$

2) La variance intralignées n'est autre que $\overline{V}_{X_3}$ qui a déja été calculée plus haut.

I. 4. — *Les covariances*

I. 4.1. — *Covariance* $W_{X_1/\overline{X}_2}$.

C'est la covariance entre les moyennes des lignées X_2 et leurs parents X_1 respectifs. Elle se calcule sur la base de la table 11. Il vient :

$$W_{X_1/\overline{X}_2} = pd^2 + \frac{1}{2}ph^2 - \frac{3}{2}pdh.$$

TABLEAU 11

Calcul de $W_{X_1/\overline{X}_2}$.

Parent X_1	f	Contribution	Moyenne de la lignée X_2
AA	$1 - p$	d	d
A*a*	p	h	$\frac{1}{2}h$

I. 4.2. — *Covariance totale,* $W_{X_2/\overline{X}_3}$.

La covariance entre les moyennes des lignées X_3 et leurs parents X_2 respectifs est calculée à partir de la table 12. Cela donne :

$$W_{X_2/\overline{X}_3} = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{4}ph^2 - \frac{3}{4}pdh.$$

TABLEAU 12

Calcul de $W_{X_2/\overline{X}_3}$.

Parent X_2	f	Contribution	Moyenne de la lignée X_3
AA	$1 - \frac{3}{4}p$	d	d
A*a*	$\frac{1}{2}p$	h	$\frac{1}{2}h$
aa	$\frac{1}{4}p$	$-d$	$-d$

Cette covariance peut être décomposée en :

— Covariance entre les moyennes des groupes X_3 et les moyennes des lignées X_2 dont dépendent les groupes ;

— Covariance moyenne intragroupes entre les moyennes des lignées X_3 et les individus X_2 dont elles dépendent.

Les tables 13 et 14 permettent les calculs de ces deux covariances que l'on note $W_{\overline{X_2}/\overline{X_{3G}}}$ et $W_{X_2/X_{3F}}$ respectivement.

TABLEAU 13

Calcul de $W_{\bar{X}_2/\overline{X_{3G}}}$.

Moyenne de la lignée X_2	f	Moyenne du groupe X_3
d	$1 - p$	d
$\frac{1}{2}h$	p	$\frac{1}{4}h$

TABLEAU 14

Calcul de $W_{X_2/X_{3F}}$

Individu X_2	f	Contribution	Moyenne de la lignée X_3
AA	$\frac{1}{4}$	d	d
A*a*	$\frac{1}{2}$	h	$\frac{1}{2}h$
aa	$\frac{1}{4}$	$-d$	$-d$

I. 4.3. — *Calcul de* $W_{\bar{X}_2/\overline{X_{3G}}}$.

Considérons la ségrégation représentée à la table 1 :

1° La moyenne du premier groupe est égale à d, et la moyenne de la lignée X_2 correspondante vaut aussi d ;

2° La moyenne du second groupe vaut $1/4\ h$, tandis que la moyenne de la lignée X_2 correspondante est $1/2\ h$.

De là, on a :

$$W_{\bar{X}_2/\overline{X_{3G}}} = pd^2 + \frac{1}{8}ph^2 - \frac{3}{4}pdh.$$

I. 4.4. — *Calcul de* $W_{X_2/X_{3F}}$.

Tout individu X_2 homozygote donnant une lignée X_3 également homozygote, le premier groupe de la table 1 fournit une covariance nulle. Le second groupe fournit la table 14, et :

$$W_{X_2/X_{3F}} = \frac{1}{2}pd^2 + \frac{1}{8}ph^2.$$

On voit que :

$$W_{\bar{X}_2/\overline{X_{3G}}} + W_{X_2/X_{3F}} = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{4}ph^2 - \frac{3}{4}pdh = W_{X_2/\bar{X}_3}$$

II. — Passage a plusieurs couples allélomorphes

Si, au lieu de considérer un seul couple d'allèles, on passe à plusieurs couples, et si, posant

$$S\,(pd^2) = D$$
$$S\,(ph^2) = H$$
$$-\,S\,(pdh) = I,$$

on considère d'autre part que chaque couple agit séparément, les différents critères de variabilité s'écrivent :

$$\overline{V}_{X_3} = \frac{1}{4}D + \frac{1}{8}H + E$$

$$V_L = \frac{1}{2}D + \frac{1}{16}H + E$$

$$V_G = D + \frac{1}{16}H + \frac{1}{2}I + E$$

$$\dddot{V}_{X_2} = \frac{1}{2}D + \frac{1}{4}H + E$$

$$V_{\bar{X}_2} = D + \frac{1}{4}H + I + E$$

$$W_{X_1/\bar{X}_2} = D + \frac{1}{2}H + \frac{3}{2}I$$

$$W_{\bar{X}_2/\overline{X_3G}} = D + \frac{1}{8}H + \frac{3}{4}I$$

$$W_{X_2/X_3F} = \frac{1}{2}D + \frac{1}{8}H$$

où E représente chaque fois un composant quelconque dû au milieu.

III. — Proposition d'un schéma d'application pratique

On irradie, à une dose déterminée de rayons X ou gamma, un lot de, par exemple, 1 000 graines d'une lignée pure. Ces 1 000 graines, semées, donnent 1 000 plantes [1] qui constituent la génération X_1. On partage la X_1 en deux lots de 500 plantes chacun. Les graines des plantes du premier lot sont conservées par plante, tandis que celles des plantes du second lot sont semées et donnent la génération X_2.

Dans cette X_2, on prend au hasard 20 lignées et, dans chacune de celles-ci, 10 individus dont les graines sont semées en groupes, la totalité des groupes constituant la génération X_3.

Dans le même temps, on a pris au hasard, dans le lot de graines conservées, 200 lignées-graines, et on les sème en 20 groupes de 10 ; en même temps aussi, on sème 20 groupes de 10 lignes d'individus issus de la lignée pure parentale.

On veille, bien entendu, à ce que le nombre d'individus par lignée/ligne soit le plus constant possible.

La figure 4 schématise ce plan. De plus, afin d'avoir deux estimations des mêmes

(1) Ces chiffres sont évidemment théoriques.

critères de variabilité, $\overline{V}_{X_3}$, V_G, etc., on conduit de front deux expériences identiques au schéma de la figure 4.

Sur la base de ce plan, on calcule les 11 éléments de la table 15.

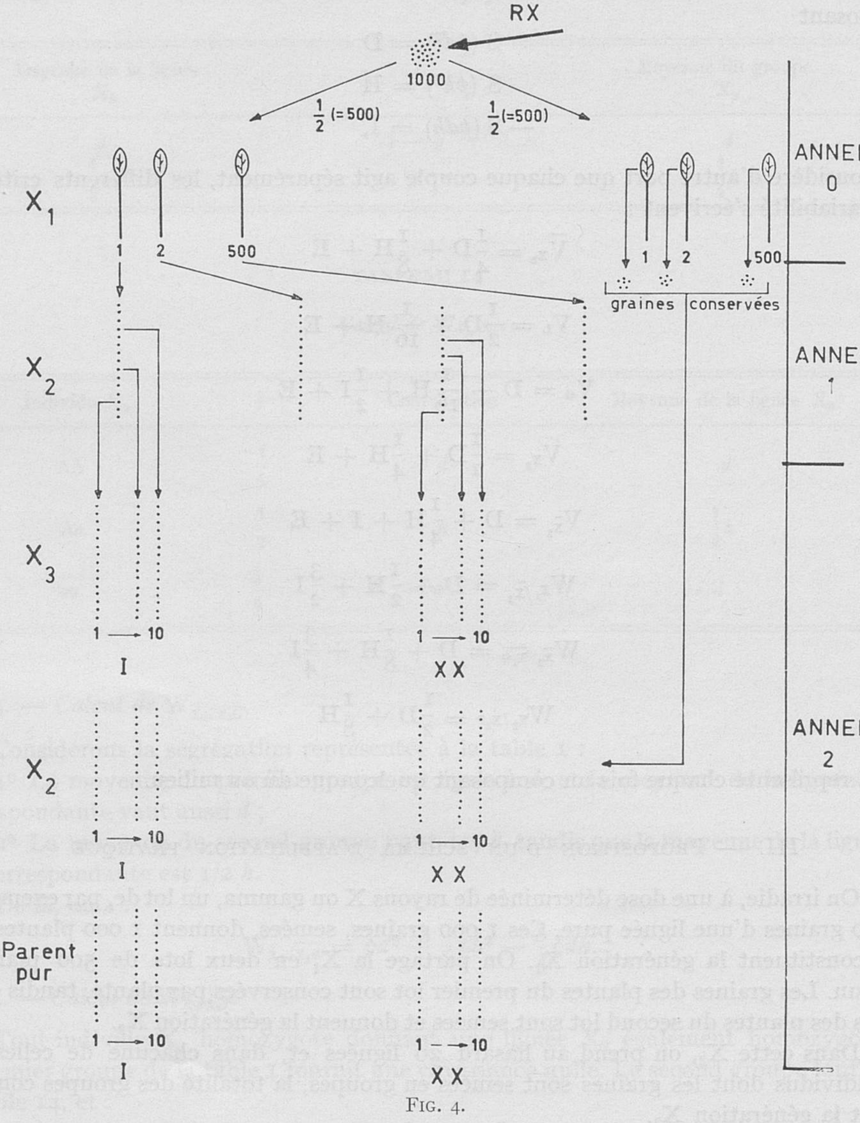


FIG. 4.

Notons que $V_{\bar{X}_2}$ pourrait être calculée sur toute la X_2 sans tenir compte des groupes ; cependant, il faudrait introduire un paramètre-milieu E_4. Dès lors, considérant que chaque groupe de lignées X_2, composé comme on l'a dit de 10 lignées, représente une X_2 complète, on prend, comme estimation de $V_{\bar{X}_2}$, les variances « poolées » interlignées intragroupes. La variance intergroupes de la X_2 étant nulle du point de vue génétique, elle peut servir à estimer E_3 au même titre que la variance intergroupes calculée sur le parent pur.

TABLEAU 15

Critères de variabilité.

$\overline{V}_{X_3}$	= variance intralignées	$= \frac{1}{4}D + \frac{1}{8}H + E_1$
V_L	= variance interlignées intragroupes	$= \frac{1}{2}D + \frac{1}{16}H + E_2$
V_G	= variance intergroupes	$= D + \frac{1}{16}H + \frac{1}{2}I + E_3$
$\overline{V}_{X_2}$	= variance intralignées	$= \frac{1}{2}D + \frac{1}{4}H + E_1$
$V_{\overline{X}_2}$	= variance interlignées intragroupes	$= D + \frac{1}{4}H + I + E_2$
$W_{X_1/\overline{X}_2}$	= covariance individu X_1/ lignée X_2 intragroupes	$= D + \frac{1}{2}H + \frac{3}{2}I$
$W_{\overline{X}_2/\overline{X_3G}}$	= covariance lignée X_2/ groupe de lignées X_3	$= D + \frac{1}{8}H + \frac{3}{4}I$
W_{X_2/X_3F}	= covariance individu X_2/ lignée X_3 intragroupes	$= \frac{1}{2}D + \frac{1}{8}H$
	Estimations directes	E_1 E_2 E_3

Tous les critères de variabilité ayant été estimés deux fois, on prend, pour l'établissement des équations normales, leurs moyennes arithmétiques.

En ce qui concerne les estimations directes des erreurs E, on tire :

a) E_1 et E_2 du parent pur ;

b) E_3 en « poolant » les variances intergroupes dans la X_2 et dans la lignée pure parentale.

La combinaison adéquate des onze équations de la table 15, qui expriment les critères de variabilité en fonction de D,H, I, E_1, E_2 et E_3, fournit les équations normales. Celles-ci forment un système de 6 équations linéaires non homogènes à 6 inconnues. Ce système mis sous la forme matricielle, est :

$$[A] \begin{pmatrix} D \\ H \\ I \\ E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S\,(Dy) \\ S\,(Hy) \\ S\,(Iy) \\ S\,(E_1y) \\ S\,(E_2y) \\ S\,(E_3y) \end{pmatrix}$$

et les valeurs théoriques de D, H, ..., E_3 sont données par :

$$[A]^{-1} \begin{pmatrix} S\,(Dy) \\ S\,(Hy) \\ S\,(Iy) \\ S\,(E_1y) \\ S\,(E_2y) \\ S\,(E_3y) \end{pmatrix}$$

où $[A]^{-1}$ est :

$$\begin{bmatrix} 1{,}110\,78 & -1{,}915\,81 & -0{,}337\,57 & -0{,}038\,22 & -0{,}243\,30 & -0{,}411\,12 \\ -1{,}915\,81 & 12{,}755\,24 & -1{,}697\,78 & -1{,}115\,47 & 0{,}195\,12 & 0{,}983\,76 \\ -0{,}337\,57 & -1{,}697\,78 & 0{,}892\,64 & 0{,}296\,62 & 0{,}048\,10 & -0{,}001\,32 \\ -0{,}038\,22 & -1{,}115\,47 & 0{,}296\,62 & 0{,}482\,32 & 0{,}036\,44 & -0{,}020\,19 \\ -0{,}243\,30 & 0{,}195\,12 & 0{,}048\,10 & 0{,}036\,44 & 0{,}418\,62 & 0{,}103\,52 \\ -0{,}411\,12 & 0{,}983\,76 & -0{,}001\,32 & -0{,}020\,19 & 0{,}103\,52 & 0{,}675\,15 \end{bmatrix}.$$

Sur la base des valeurs des paramètres D, H, ..., E_3, on calcule les valeurs théoriques des critères de variabilité :

$$\frac{1}{4}D + \frac{1}{8}H + E_1 = \overline{V}_{X_3}$$

$$\frac{1}{2}D + \frac{1}{16}H + E_2 = V_L$$

$$D + \frac{1}{16}H + \frac{1}{2}I + E_3 = V_G$$

$$\frac{1}{2}D + \frac{1}{4}H + E_1 = \overline{V}_{X_2}$$

$$D + \frac{1}{4}H + I + E_2 = V_{\bar{X}_2}$$

$$D + \frac{1}{2}H + \frac{3}{2}I = W_{X_1/\bar{X}_2}$$

$$D + \frac{1}{8}H + \frac{3}{4}I = W_{\bar{X}_2/\overline{X_3G}}$$

$$\frac{1}{2}D + \frac{1}{8}H = W_{\bar{X}_2/X_3F}$$

$$E_1 = M$$

$$E_2 = N$$

$$E_3 = P.$$

Comme on a conduit de front deux expériences identiques, on possède deux valeurs observées de chacun des critères de variabilité. Cela donne 22 différences d_i si l'on confronte ces valeurs observées à leurs valeurs théoriques respectives $\overline{V}_{X_3}$, V_L, ..., P.

$(S\ d_i^2)/16$ est la variance erreur, grevée de 16 degrés de liberté des critères de variabilité observés vis-à-vis des critères de variabilité théoriques. Si on appelle V cette variance, les variances erreurs des paramètres D, ..., E_3 sont :

$$V_D = \frac{1}{2}\,1{,}110\,78\ V$$

$$V_H = \frac{1}{2}\,12{,}755\,24\ V$$

$$V_I = \frac{1}{2}\,0{,}892\,64\ V$$

$$V_{E_1} = \frac{1}{2}\,0{,}482\,32\ V$$

$$V_{E_2} = \frac{1}{2} 0{,}418\,62 \text{ V}$$

$$V_{E_3} = \frac{1}{2} 0{,}675\,15 \text{ V}.$$

Il reste à contrôler, par le test de I, laquelle des deux hypothèses est la meilleure. La première, l'hypothèse (1),

$$S\,(pdh) = 0,$$

suppose que le signe de *h* n'est pas lié à celui de *d*, disant par là que la mutation induite peut être soit au moins partiellement dominante, soit au moins partiellement récessive. La seconde, l'hypothèse (2),

$$S\,(pdh) > 0,$$

en supposant que le gène muté $\underline{a}$ est presque toujours au moins partiellement récessif vis-à-vis de son allèle non muté $\underline{A}$, établit de ce fait une relation directe entre le signe de *d* et celui de *h*, donnant ainsi : $S\,(pdh) > 0$.

Donc, si le test de I n'est pas significatif, il confirmera l'hypothèse (1) : $-S\,(pdh) = I = 0$. Par contre, si le test de I se révèle significatif il confirmera l'hypothèse (2) : $-S\,(pdh) = I < 0$.

DEUXIÈME CAS : LES PLANTES X_1 SONT DES CHIMÈRES

I. — LES CRITÈRES DE VARIABILITÉ

La génération X_1 fournit, en conditions d'autofécondation, *p* graines issues du tissu $\underline{Aa}$ et $(1-p)$ graines issues du tissu $\underline{AA}$. Les *p* graines issues du tissu $\underline{Aa}$ sont dans les proportions suivantes :

$$\frac{1}{4}p \text{ graines } \underline{AA}$$

$$\frac{1}{2}p \text{ graines } \underline{Aa}$$

$$\frac{1}{4}p \text{ graines } \underline{aa}.$$

La génération X_2 constitue dès lors la population représentée à la table 16.

TABLEAU 16

Constitution de la population X_2.

Tissu X_1	Génotype X_2	*f*
AA	AA	$1 - p$
	AA	$\frac{1}{4}p$
Aa	*Aa*	$\frac{1}{2}p$
	aa	$\frac{1}{4}p$

La variance de cette population X_2 est :

$$V_{X_2} = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{2}ph^2 - pdh.$$

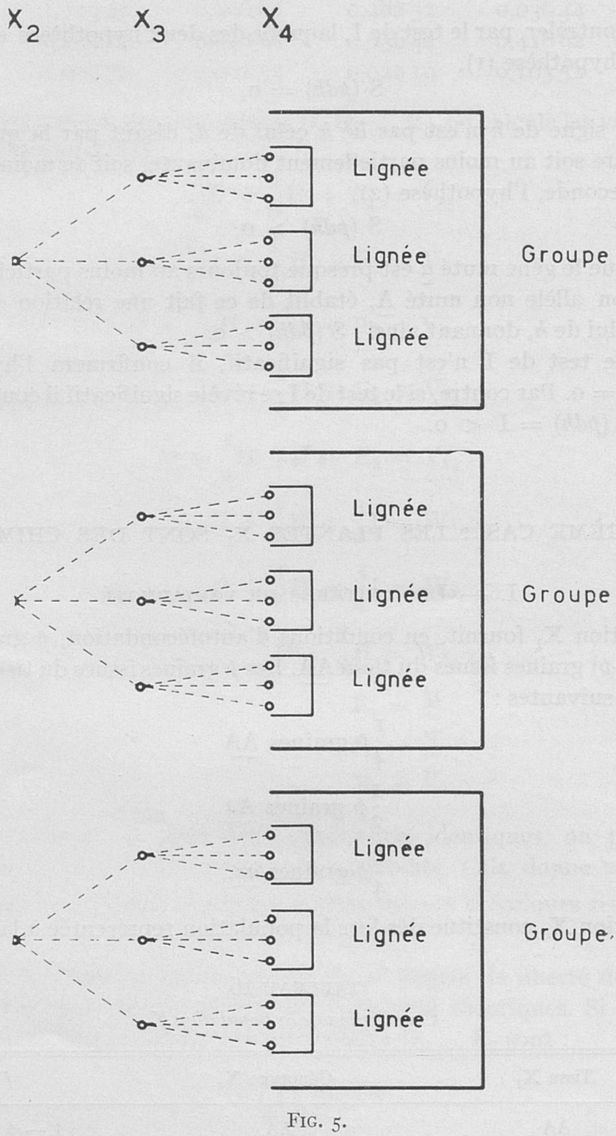


FIG. 5.

La ségrégation en X_3 et X_4 est schématisée à la figure 5. Par analogie avec la figure 5, la ségrégation en X_2, X_3 et X_4 se présente comme à la table 17. Dans cette dernière, on notera que, afin d'obtenir des groupes de lignées issues d'un parent initial uniforme, il faut partir des parents X_2 puisque les parents X_1 sont chimériques. En conséquence, la culture jusqu'en génération X_4 est nécessaire.

TABLEAU 17

Ségrégation en X_2, X_3 et X_4.

X_2	f	X_3	*f*	X_4	*f*		
AA	$1 - p$	AA	$1 - p$	AA	$1 - p$	Lignée	Groupe
AA	$\frac{1}{4}p$	AA	$\frac{1}{4}p$	AA	$\frac{1}{4}p$	Lignée	Groupe
		AA	$\frac{1}{8}p$	AA	$\frac{1}{8}p$	Lignée	
				AA	$\frac{1}{16}p$		
A*a*	$\frac{1}{2}p$	A*a*	$\frac{1}{4}p$	A*a*	$\frac{1}{8}p$	Lignée	Groupe
				aa	$\frac{1}{16}p$		
		aa	$\frac{1}{8}p$	*aa*	$\frac{1}{8}p$	Lignée	
aa	$\frac{1}{4}p$	*aa*	$\frac{1}{4}p$	*aa*	$\frac{1}{4}p$	Lignée	Groupe

Sur la base de la ségrégation représentée à la table 17, on trouve les formules suivantes pour les critères de variabilité :

$$V_{X_2} = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{2}ph^2 - pdh$$

$$\overline{V}_{X_3} = \frac{1}{4}pd^2 + \frac{1}{8}ph^2$$

$$V_{\overline{X}_3} = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{8}ph^2 - \frac{1}{2}pdh$$

$$W_{X_2/\overline{X}_3} = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{4}ph^2 - \frac{3}{4}pdh$$

$$\overline{V}_{X_4} = \frac{1}{8}pd^2 + \frac{1}{16}ph^2$$

$$V_G = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{32}ph^2 - \frac{1}{4}pdh$$

$$V_L = \frac{1}{4}pd^2 + \frac{1}{32}ph^2$$

$$W_{\overline{X}_3/\overline{X_4G}} = \frac{3}{2}pd^2 + \frac{1}{16}ph^2 - \frac{3}{8}pdh$$

$$W_{X_3/X_4F} = \frac{1}{4}pd^2 + \frac{1}{16}ph^2.$$

En passant à plusieurs couples d'allèles, en posant à nouveau

$$S\,(pd^2) = D$$
$$S\,(ph^2) = H$$
$$-\,S\,(pdh) = I$$

et en admettant encore que les gènes agissent séparément, les critères de variabilité s'écrivent :

$$V_{X_2} = \frac{3}{2}D + \frac{1}{2}H + I + E$$

$$\overline{V}_{X_3} = \frac{1}{4}D + \frac{1}{8}H + E$$

$$V_{\bar{X}_3} = \frac{3}{2}D + \frac{1}{8}H + \frac{1}{2}I + E$$

$$W_{X_2/\bar{X}_3} = \frac{3}{2}D + \frac{1}{4}H + \frac{3}{4}I$$

$$\overline{V}_{X_4} = \frac{1}{8}D + \frac{1}{16}H + E$$

$$V_G = \frac{3}{2}D + \frac{1}{32}H + \frac{1}{4}I + E$$

$$V_L = \frac{1}{4}D + \frac{1}{32}H + E$$

$$W_{\bar{X}_3/\overline{X_4G}} = \frac{3}{2}D + \frac{1}{16}H + \frac{3}{8}I$$

$$W_{X_3/X_4F} = \frac{1}{4}D + \frac{1}{16}H.$$

II. — Schéma d'application pratique

On prend 2 000 [1] graines d'une lignée pure que l'on irradie.

Après irradiation, on divise les graines en deux lots semés séparément qui représentent chacun une X_1. Les deux X_1 sont théoriquement identiques et doivent donc ségréguer exactement de la même façon.

Dans chacune de ces deux X_1, on récolte les graines en vrac et on prend au hasard dans les graines de chaque récolte 500 semences qui fournissent deux fois 500 plantes X_2 dont les graines sont récoltées par plante. Les graines de l'une des deux X_2 sont conservées par plante ; celles de l'autre sont semées pour donner la X_3.

Dans 20 des lignées X_3 ainsi obtenues, on prend au hasard 10 individus dont les graines sont semées en groupes de 10 lignées.

En même temps, on prend 200 lignées-graines issues de la X_2 et on les sème en 20 groupes de 10 lignées, pendant qu'on sème aussi 20 groupes de 10 lignes de graines prises parmi celles conservées issues des plantes X_1.

Finalement, et en même temps encore, on sème 20 groupes de 10 lignes de graines issues de la lignée pure parentale. On veille toujours, bien entendu, à ce que le nombre de plantes par lignée-ligne soit le plus constant possible.

Ce plan est schématisé à la figure 6. Il permet de calculer les 12 éléments de la table 18.

[1] Tous les chiffres sont, à nouveau, évidemment théoriques.

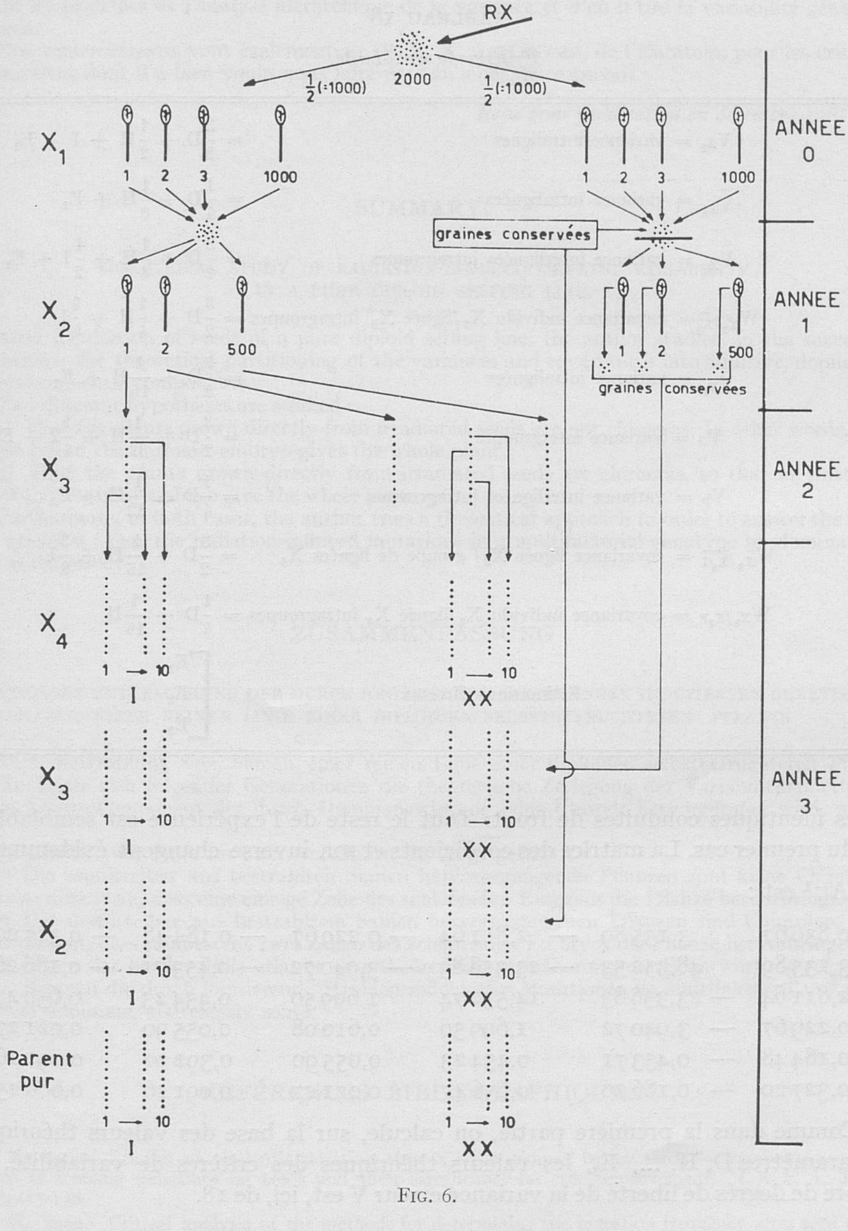


Fig. 6.

On estime directement :

a) E_1 sur le parent pur,

b) E_2 en « poolant » les variances interlignées/interlignes intragroupes dans la X_2 et dans la lignée pure parentale,

c) E_3 en « poolant » les variances intergroupes dans la X_2, la X_3 et dans la lignée pure parentale.

Chacun des critères de variabilité est estimé deux fois à partir de deux expé-

TABLEAU 18

Critères de variabilité.

V_{X_2} = variance intralignes	$= \frac{3}{2}D + \frac{1}{2}H + I + E_1$
$\overline{V}_{X_3}$ = variance intralignées	$= \frac{1}{4}D + \frac{1}{8}H + E_1$
$V_{\bar{X}_3}$ = variance interlignées intragroupes	$= \frac{3}{2}D + \frac{1}{8}H + \frac{1}{2}I + E_2$
$W_{X_2/\bar{X}_3}$ = covariance individu X_2/lignée X_3 intragroupes	$= \frac{3}{2}D + \frac{1}{4}H + \frac{3}{4}I$
$\overline{V}_{X_4}$ = variance intralignées	$= \frac{1}{8}D + \frac{1}{16}H + E_1$
V_G = variance intergroupes	$= \frac{3}{2}D + \frac{1}{32}H + \frac{1}{4}I + E_3$
V_L = variance interlignées intragroupes	$= \frac{1}{4}D + \frac{1}{32}H + E_2$
$W_{\bar{X}_3/\overline{X_4G}}$ = covariance lignée X_3/ groupe de lignées X_4	$= \frac{3}{2}D + \frac{1}{16}H + \frac{3}{8}I$
W_{X_3/X_4F} = covariance individu X_3/lignée X_4 intragroupes	$= \frac{1}{4}D + \frac{1}{16}H$
Estimations directes	E_1, E_2, E_3

riences identiques conduites de front. Tout le reste de l'expérience est semblable à celle du premier cas. La matrice des coefficients et son inverse changent évidemment.

$[A]^{-1}$ est :

$$\begin{bmatrix} 0{,}83967 & 3{,}13589 & -2{,}81164 & -0{,}22967 & -0{,}18448 & -0{,}32720 \\ 3{,}13589 & 48{,}35253 & -23{,}35883 & -3{,}94072 & -0{,}45371 & -0{,}18626 \\ -2{,}81164 & -23{,}35883 & 14{,}53274 & 1{,}69950 & 0{,}43423 & 0{,}65647 \\ -0{,}22967 & -3{,}94072 & 1{,}69950 & 0{,}61008 & 0{,}05590 & 0{,}02127 \\ -0{,}18448 & -0{,}45371 & 0{,}43423 & 0{,}05590 & 0{,}39220 & 0{,}09116 \\ -0{,}32720 & -0{,}18626 & 0{,}65647 & 0{,}02127 & 0{,}09116 & 0{,}66625 \end{bmatrix}$$

Comme dans la première partie, on calcule, sur la base des valeurs théoriques des paramètres D, H. ..., E_3, les valeurs théoriques des critères de variabilité. Le nombre de degrés de liberté de la variance erreur V est, ici, de 18.

REMERCIEMENTS.

Nous tenons à remercier le Pr R. E. Scossiroli, de l'Institut de Génétique de l'Université de Pavie, pour ses conseils et pour la gentillesse avec laquelle il a bien voulu s'occuper de nous. Nous le remercions aussi et surtout de nous avoir permis d'employer, pour notre analyse, un schéma avec lequel il travaille sur *Zea mays, Triticum durum, Triticum aestivum vulgare* et *Nicotiana tabacum*

suivant les principes de l'analyse hiérarchique de la variance et d'où il tire la variabilité génétique observée.

Nos remerciements vont également au Dr. R. K. APPLEYARD, de l'Euratom, pour les critiques constructives dont il a bien voulu nous faire part au sujet de ce travail.

Reçu pour publication en décembre 1961.

SUMMARY.

BIOMETRICAL STUDY OF RADIATION-INDUCED GENETIC VARIABILITY IN A PURE DIPLOID SELFING LINE.

After irradiation of seeds of a pure diploid selfing line, the author studies, in the successive generations, the theoretical partitioning of the variances and covariances into additive, dominance and environmental components.

Two different hypotheses are studied :

1) That the plants grown directly from irradiated seeds are not chimeras. In other words, that a single cell of the dormant embryo gives the whole plant.

2) That the plants grown directly from irradiated seeds are chimeras, so that at least two cells of the dormant embryo give the whole plant.

Furthermore, in both cases, the author tries a theoretical approach in order to answer the following question : Can the radiation-induced mutations in a multifactorial genotype be dominant as often as recessive ?

ZUSAMMENFASSUNG

BIOMETRISCHE UNTERSUCHUNG DER DURCH IONISIERENDE STRAHLUNGEN INDUZIERTEN GENETISCHEN VARIABILITAT, EINER REINEN LINIE EINER DIPLOIDEN SELBSTBEFRUCHTETEN PFLANZE

Nach Bestrahlung von Samen einer reinen Linie einer diploiden selbstbefruchteten Pflanze wird im Laufe sich folgender Generationen die theoretische Zerlegung der Variabilitätsmerkmale mittels Additivkomponent der durch Dominanzwirkung oder Umwelt hervorgerufen wird, untersucht.

Es werden zwei Falle fûr zwei Annahmen ins Auge gefasst :

1° Die unmittelbar aus bestrahlten Samen hervorgegangenen Pflanzen sind keine Chimräen, d. h. man nimmt an, dass eine einzige Zelle des schlafenden Embryos die Pflanze hervorbringt.

2° Die unmittelbar aus bestrahltem Samen hervorgegangenen Pflanzen sind Chimräen. Man nimmt also an, dass mindestens zwei Zellen des schlafenden Embryos die Pflanze hervorbringen.

In jedem der beiden Fälle erlaubt eine theoretische Annäherung die Beantwortung folgender Frage : Können die durch ionisierende Strahlen induzierten Mutationen im multifaktoriellen Erbgut gleichviel dominant als rezessiv sein ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GAUL H., 1960. Studies on diplontic selection after X-irradiation of barley seeds — Symposium on the effects of ionizing radiations on seeds and their significance for crop improvement. I. A. E. A., Karlsruhe, 117-138.

GAUL H., 1960. Critical analysis of the methods for determining the mutation frequency after seed treatment with mutagens. *Genetica Agraria*, **12**, 297-318.

MATHER K., 1949. Biometrical genetics. Methuen & Co Ltd, London,.

MATHER K., VINES A., 1952. The inheritance of height and flowering time in a cross of *Nicotiana rustica*. Quantitative inheritance; Agricultural Research Council, april 1950. Her Majesty's Stationery Office, London.

MOH C. C., 1961. Does a coffee plant develop from one initial cell in the shoot apex of an embryo? *Radiation Botany*, **1**, 97-99.

SCOSSIROLI R. E., 1958. Corso di genetica dei Caratteri Quantitativi. *Mimeo Università di Pavia.*

SCOSSIROLI R. E., 1960. Article de : Maize Genetics Cooperation. *News Letter May 1.*, 99-101.

SCOSSIROLI R. E., 1960. Caratteri Quantitativi emutabilità polygenica. *Atti A. G. I.*, **5**, 9-34.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (2), 117-122.

LA TENEUR EN GERME DU GRAIN DE MAIS, FACTEUR D'ADAPTATION

E. BERNINGER

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise).

SOMMAIRE

Relations entre caractéristiques du grain de Maïs et de sa plantule.
Étude des lignées et des descendances F_4 de deux croisements.

Le programme d'amélioration de la teneur en huile du grain de Maïs, entrepris à la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles, nous a amené à étudier les relations entre la teneur en huile et d'autres caractéristiques du grain, en premier lieu la grosseur du « germe ». On sait que l'huile est localisée dans le germe qui représente 10 à 12 p. 100 du grain entier ; près de 80 p. 100 de l'huile du grain de Maïs est contenue dans ce petit germe. En général, les Maïs riches en huile ont un germe bien développé. (Le « germe » est constitué par le scutellum et l'embryon ; l'embryon ne représente qu'un dixième, environ, de la masse du germe.)

Les analyses du matériel précoce nous ont révélé que les Maïs cornés étaient généralement plus riches en huile que les dentés. En particulier, les types cornés très précoces, dont les populations originaires des vallées pyrénéennes, sont très riches. La coïncidence entre la richesse en huile et en germe, et la bonne « vigueur au départ » de ce matériel est frappante. Ces faits nous ont incité à chercher quelles relations pouvaient exister entre un grain de Maïs, considéré comme masse de réserves, et la plantule qui en est issue.

Ayant déterminé le poids du grain entier, le poids du germe (par dissection), et le poids d'huile du germe, pour différentes variétés (lignées, hybrides,...), nous avons trouvé des corrélations positives significatives entre ces trois caractéristiques et le poids des plantules (matière sèche de la partie aérienne à 10-15 jours) élevées en serre chaude.

Pour savoir si des relations analogues se manifestent dans les conditions extérieures, nous avons étudié les lignées de la collection et les descendances de deux croisements entre lignées.

En plein champ, dans les conditions de départ en végétation de Versailles (fin avril, début mai), le Maïs germe lentement. La notation de « vigueur au départ » qui peut être faite 10 à 20 jours après la levée, au stade 3 à 5 feuilles, tient compte essentiellement du développement des plantules et de leur couleur : les types adaptés à nos printemps froids sont vert foncé, alors que les types peu « tolérants au froid » montrent un net jaunissement. En années favorables à ce genre de notation, comme en 1961, la « vigueur au départ » représente donc :

— la tolérance au froid proprement dite (activité métabolique à une température assez basse, inférieure à 10°C) et la précocité ;

— la résistance aux champignons du sol (*Pythium*, *Fusarium*, encore actifs quand le Maïs est très ralenti) ;

— la qualité des semences, plus ou moins saines ou d'énergie germinative variable.

La note de vigueur va de 0 (minimum) à 10 (maximum).

Le relevé des températures sous abri à Versailles donnera une idée des conditions de l'année 1961 : (tableau 1).

TABLEAU I

	T. moyenne			T. minimum		
	avril	mai	juin	avril	mai	juin
Moyenne 1928 à 1960	9,5°C	12,9°C	16,0°C	4,5°C	7,6°C	10,6°C
1961	12,4°	12,0°	15,8°	7,7°	6,5°	9,9°

1961	Avril 3e décade	Mai 1re décade	Mai 2e décade	Mai 3e décade
T. moyenne	11,2°	12,9°	12,0°	11,2°
T. minimum	6,8°	8,8°	5,5°	5,1°

Nous avons cherché à réduire au minimum l'effet de la qualité des semences, en étudiant surtout les variétés précoces, qui mûrissent bien en général, et des lots de graines produits dans les mêmes conditions.

ÉTUDE DES LIGNÉES

Des corrélations positives hautement significatives ont été trouvées entre les caractères de précocité, richesse en huile, grosseur du germe, et les notes de vigueur au départ des lignées (moyennes des notations 1958 et 59 faites à Versailles, Clermont-Ferrand et Saint-Martin-de-Hinx, et notations 1961 de Versailles).

Par exemple, en 1961, la vigueur au départ dans les collections de lignées précoces de Versailles, a été jugée à quatre reprises : les 18, 23 et 31 mai, le 2 juin ; (semis le

27 avril, levée le 10 mai). Pour 28 lignées (17 cornées et 11 dentées), les corrélations trouvées entre les notations de vigueur et le pourcentage de germe, et les valeurs du χ^2 de distribution des notations de vigueur en fonction du type corné ou denté des lignées, sont rassemblées dans le tableau suivant (2) :

TABLEAU 2

Dates des notations de vigueur ..	18/5	23/5	31/5	2/6
r vigueur au départ-% germe ...	+ 0,467*	+ 0,396*	+ 0,330 (sign. P 0,10)	+ 0,323 (sign. P 0,10)
χ^2 vigueur-caractère corné-denté .	8,8*	13,3**	28,1**	25,4**

** = hautement significatif (P 0,01).
* = significatif (P 0,05).

Le type corné ou denté n'est pas seulement caractéristique du grain, mais aussi l'indication de différences intéressant l'ensemble du génotype, et l'expression d'une certaine adaptation (type corné) ou inadaptation (type denté) à notre climat.

L'effet de la teneur en germe, net à la première notation, s'atténue rapidement, alors que l'effet corné-denté (ensemble du génotype) prend de l'importance : la plantule s'affranchit de ses réserves.

Les coefficients calculés restent assez faibles, car nous travaillons dans une collection de génotypes dont le comportement vis-à-vis de conditions difficiles est très différent selon leur niveau de sélection (lignées de 1er ou de 2e cycle). De plus, il n'est pas tenu compte des différences de résistance aux champignons. Ces difficultés sont en partie écartées dans les comparaisons entre familles descendant d'un même croisement.

DESCENDANCE DU CROISEMENT F 115 × F 181

Les lignées parentales, toutes deux dentées, ont les caractéristiques suivantes :
F 115 : gros grain, faible pourcentage de germe, faible vigueur au départ.
F 181 : petit grain, fort pourcentage de germe, bonne vigueur au départ.

Dans les 15 familles F_4 étudiées, taille du grain et pourcentage de germe sont indépendants. La bonne vigueur au départ, lors de la notation la plus précoce (25 mai) est associée au fort pourcentage de germe. (tableau 3).

TABLEAU 3

Date de notation	25/5	1/6
« r » vigueur-% germe	+ 0,73**	+ 0,25⁰
vigueur-poids du germe	+ 0,57*	+ 0,44⁰
vigueur-poids du grain	+ 0,17⁰	+ 0,54*

** = significatif à P 0,01.
* = significatif à P 0,05.
⁰ = non significatif.

Cette variation peut s'expliquer ainsi : au début, seule importe une certaine forme de réserves (celles du germe), puis les réserves du reste du grain sont utilisées.

DESCENDANCE DU CROISEMENT FV 7 × FC 22

Les deux lignées parentales, cornées, ont une teneur en germe et en huile assez élevée. FV 7 est plus vigoureux au départ que FC 22. On observe dans la moyenne des 15 familles F_4 une transgression pour les caractéristiques :

- pourcentage de germe (moyenne des deux parents = 12,8 p. 100, des 15 F_4 = 13,0 p. 100 ;
- pourcentage d'huile (moyenne des deux parents = 5,15 p. 100, des 15 F_4 = 5,60 p. 100).

Ce matériel n'avait pourtant pas été trié d'après ces deux critères, mais surtout selon la vigueur au départ, l'aspect général (fertilité, état sanitaire) et la valeur hybride (combinaisons Trois-Voies avec le testeur denté H × J).

Les 15 familles de ce croisement ont été étudiées en serre et en champ ; les corrélations suivantes ont été calculées :

1° Entre caractéristiques du grain et des plantules (matière sèche, germination en serre) :

« *r* » Poids des plantules - Poids du germe = + 0,71.

r Poids des plantules - Poids d'huile du germe = + 0,77.

r Poids des plantules - Poids du grain entier = + 0,63.

2° Entre notations de vigueur au départ (Versailles 1961) et les caractéristiques du grain (la levée moyenne date du 10/5) : (tableau 4).

TABLEAU 4

r avec notation vigueur en date du :	15/5	18/5	23/5	25/5	1/6	*r* moyen (Z)
Poids du grain	— 0,01	+ 0,15	+ 0,25	+ 0,55*	+ 0,45	+ 0,30
— du germe	+ 0,21	+ 0,42	+ 0,49	+ 0,74**	+ 0,57*	+ 0,51**
— d'huile du germe	+ 0,25	+ 0,21	+ 0,32	+ 0,59*	+ 0,60*	+ 0,40*
— % germe	+ 0,45	+ 0,66**	+ 0,56*	+ 0,64**	+ 0,45	+ 0,56**
— % huile du grain	+ 0,33	+ 0,14	+ 0,10	+ 0,29	+ 0,41	+ 0,25

La notation du 15 mai est trop précoce : elle est influencée par la vitesse de germination et l'irrégularité du semis. La caractéristique la plus régulièrement reliée à la vigueur est le pourcentage de germe. Les caractéristiques pondérales n'ont d'effet sensible qu'à partir du 25 mai.

3° Corrélations entre caractères des familles F_4 et leur rendement en hybrides Trois-Voies (TV), (Testeur H × J)

« *r* » rendement T V - pourcentage de germe des F_4 = + 0,67 **

r rendement TV - Poids des plantules en serre =

a) plantules issues de grains entiers = + 0,617 *

b) plantules issues des embryons (germes) disséqués = + 0,673 **

Il est remarquable de pouvoir relier la valeur hybride de ces familles à une caractéristique du grain. Ceci peut s'expliquer par la moins bonne vigueur au départ de l'hybride simple H × J, plus ou moins relevée par l'apport du parent corné : nous avons ici la possibilité de trier rapidement ce matériel en vue d'une utilisation bien précise (combinaison avec H × J).

CONCLUSION

Tous les résultats sont concordants. Il y a une corrélation positive significative entre la vigueur au départ des variétés et la teneur en germe de leur grain. On peut considérer ce caractère comme un facteur d'adaptation. Effectivement, les Maïs cornés nordiques ou d'altitude sont particulièrement riches en germe, et la sélection dirigée pour l'adaptation à notre région élève cette caractéristique (série FV 7 × FC 22).

La connaissance de ce caractère précis rend possible un tri pour la vigueur au départ même en l'absence de bonnes notations sur le terrain (en années chaudes par exemple).

Nous voyons deux explications à ce phénomène :

1° Au cours de la germination, les réserves d'huile sont métabolisées en priorité. De plus, l'huile est une source énergétique de choix, et les réserves localisées dans le germe sont plus aisément disponibles que celles de l'albumen. La vigueur serait alors une conséquence d'une forte proportion de germe.

2° La forte teneur en germe et la vigueur au départ pourraient être deux effets d'une cause commune, la précocité ou vitesse du développement qui, pendant la formation du grain, période de concurrence entre le germe et l'albumen, peut aboutir à des types à germe bien développé.

Les deux mécanismes sont sans doute associés. Ils ne sont pas les seuls à intervenir dans la vigueur au départ que nous constatons : ainsi, certaines lignées, dont le grain semble quelconque, sont très vigoureuses. Il peut être intéressant de chercher à associer les différentes origines de vigueur, quel qu'en soit le mécanisme.

Une élévation modérée de la richesse en germe de nos Maïs a l'avantage de présenter un double intérêt, technologique et agronomique.

Reçu pour publication en septembre 1961.

SUMMARY

GERM CONTENTS OF MAIZE SEEDS, ADAPTATION FACTOR

During the first weeks of its life, the maize plantule relies upon the reserves of the seed and especially upon those of the germ. During a cold spring (Versailles 1961) the upstart potential of the varieties (lines and families F_4) is in ratio connection with their germ percentage.

ZUSAMMENFASSUNG

KEIMGEHALT DES MAISKORNES, ADAPTATIONSFAKTOR.

In den ersten Lebenswochen hängt der Maiskeimling von den Reserven des Kornes und vor allen denjenigen des Keimes ab. Bei kaltem Frühlingswetter (Versailles 1961) steht die Wuchskraft der verschiedenen Sorten bei Vegetationsbeginn (Linien und Familien F_4) in engem Zusammenhang mit dem Prozentsatz der Keime.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (2), 123-150

RÉSULTATS DE LA SÉLECTION CLONALE DE LA VIGNE EN ALSACE

P. HUGLIN et B. JULLIARD
avec la collaboration technique de J. BALTHAZARD.

Station de Recherches viticoles et œnologiques,
Centre de Recherches agronomiques d'Alsace, Colmar (Haut-Rhin).

SOMMAIRE

La sélection clonale génétique et sanitaire des principaux cépages cultivés en Alsace a permis d'aboutir à des résultats intéressants.

Entreprise dans le but d'améliorer des cépages à rendements faibles comme le *Gewurztraminer* ou le *Pinot gris* et des variétés comme le *Riesling* qui doivent être capables de soutenir une forte concurrence étrangère, elle a abouti à la sélection de clones présentant à la fois une productivité considérablement accrue et une qualité pratiquement équivalente à celles des populations d'origine. Ce travail comporte également des résultats moins complets concernant les *Pinot blanc, Pinot noir, Auxerrois blanc, Sylvaner, Chasselas* blanc et rose, ainsi qu'une analyse de la méthode de sélection utilisée.

Des parcelles de pieds-mères de greffons de ce matériel, établies sur porte-greffes sains et en terrains assainis devraient permettre de mettre certains des clones sélectionnés à la disposition des viticulteurs dans un proche avenir.

I. — INTRODUCTION

Pratiquée depuis des dizaines d'années à l'étranger, principalement en Allemagne et en Suisse, la *sélection clonale* de la vigne n'a commencé à être utilisée en France que beaucoup plus tard avec le développement de la *Section de contrôle des bois et plants de vigne*. Préoccupé avant tout par l'extension de la dégénérescence infectieuse ce service s'intéressa d'ailleurs principalement à la recherche de « *clones sains* » dont la notion ne peut être disjointe de celle de « *clones génétiques* » si l'on veut arriver à un résultat vraiment concret.

Les fondements de la sélection clonale ont été analysés à différentes reprises dans la littérature française (BRANAS 1949, LEVADOUX, 1951, RIVES, 1961) de sorte qu'il n'est plus utile de revenir sur cette question. Des comptes rendus de résultats de sélection clonale sont par contre très rares et concernent presque exclusivement des travaux étrangers (PEYER 1950, LOOS 1951, AMBROSI 1954, LEYVRAZ 1958).

La sélection clonale des principaux cépages du vignoble alsacien a été entreprise à partir de 1942 par E. SICK, ancien directeur de la station, auquel il convient de rendre hommage à ce sujet. C'est le matériel réuni par lui au domaine de Bergheim qui a servi de base au travail dont nous rendons compte ci-après. Parmi les différentes variétés cultivées dans cette région nous nous sommes avant tout intéressés au *Gewurztraminer* (HUGLIN et JULLIARD, 1962) qui posait le problème le plus urgent, au *Riesling* et au *Pinot gris*. D'autres résultats, moins complets, concernent les *Pinot* blanc et noir, l'*Auxerrois* blanc, le *Sylvaner* et le *Chasselas* blanc et rose. Par suite de l'origine relativement récente du cépage (1852) une sélection clonale génétique du *Muscat Ottonel* nous a parus prématurée, donc actuellement inutile.

II. — MÉTHODES DE TRAVAIL

Sauf quelques exceptions, la sélection clonale des différents cépages dont il est question dans ce travail a été conduite selon un processus identique.

1. — Au cours de visites de vignobles, particulièrement lors de tournées de sélection massale, une centaine de souches par cépage, présentant des caractères de productivité quantitative et qualitative apparemment supérieurs à la moyenne ont été repérées et marquées. Précisons à ce sujet qu'on a toujours cherché à rester dans le cadre de la variété considérée et que des souches présentant par exemple des mutations somatiques frappantes, intéressant la couleur des baies ou la forme des feuilles, ont été systématiquement éliminées, ceci dans le but de ne par gêner ultérieurement la multiplication pratique de certains de ces clones.

2. — Durant 4 années consécutives, ces souches ont été contrôlées individuellement. Ces opérations ont eu pour résultat l'élimination d'environ 75 p. 100 d'entre elles par suite de défauts majeurs, principalement l'irrégularité de la production, la sensibilité à la coulure ou une maturité défectueuse.

3. — A la suite de cette première compétition, les souches les plus intéressantes (20 à 30 par cépage) ont été multipliées par greffage et rassemblées en collection de clones, comprenant chacun 14 plants, dans notre domaine de Bergheim.

4. — Depuis 1950 cette collection a été soumise à un contrôle permanent qui intéressait aussi bien les caractères morphologiques, phénologiques et culturaux et nous avons naturellement procédé chaque année à une analyse quantitative et qualitative de la production des clones. Afin de faciliter la comparaison entre clones il nous a semblé utile de définir la valeur globale de chacun d'entre eux par une seule notation tenant compte à la fois de la quantité de récolte et de sa qualité. Un critère quelquefois employé en expérimentation viticole consiste à exprimer des productions en multipliant la quantité par le degré en puissance du moût (kilo degré). L'adoption de cette méthode aurait cependant eu pour conséquence de favoriser les clones à forte production au détriment de ceux à grande qualité ce qui était diamétralement contraire à notre but. Finalement nous avons adopté un critère dérivé du précédent et signalé par AMBROSI (1954). Ce dernier favorise en effet le facteur qualité des sélections clonales en définissant la valeur d'un clone par le produit de son rendement quantitatif X et sa qualité élevée au carré Y^2 : XY^2.

Cette manière de faire favorise en effet nettement le facteur qualité : si dans la première méthode une production doublée compense une diminution de 50 p. 100 de la qualité, il faudra une production quadruplée pour compenser cette même diminution avec le critère d'AMBROSI. Précisons cependant qu'un clone possédant le produit XY^2 le plus élevé n'a pas été automatiquement considéré comme étant le meilleur, la méthode de cotation ayant uniquement été utilisée dans le but de faciliter un premier tri à l'intérieur d'un nombre élevé de clones. Cette opération réalisée, nous avons repris l'analyse séparée des facteurs qualité et quantité en fonction de l'objectif envisagé. Pour cette analyse il peut parfois être utile d'estimer l'intensité de la relation existant entre qualité et quantité produits par un cépage à l'aide des données diverses (naturellement comparables à celles qui concernent les clones étudiés) dont on dispose. Il est alors possible de se rendre compte si la qualité atteinte par un clone en fonction d'une quantité de récolte déterminée est supérieure ou inférieure à celle indiquée par la droite de régression.

5. — A partir de 1955, les meilleurs clones de certains cépages ont été mis en expérimentation chez des viticulteurs, dans des milieux représentant la plupart des situations du vignoble aslacien. Ces diverses parcelles s'intègrent dans un essai « blocs » comprenant, en plus des clones, un témoin « population » fourni soit par la station soit par l'expérimentateur. A la vendange, le contrôle de ces essais, pesée sur place de la récolte d'une vingtaine de souches par clone et détermination de la qualité par prélèvement de baies (HUGLIN et JULLIARD 1959), a été effectué par le personnel de la station.

6. — A l'origine de ce travail les connaissances sur la dégénérescence infectieuse étaient encore peu précises, de sorte que l'état sanitaire de ces clones n'a commencé a être analysé qu'à partir de 1952. A l'heure actuelle nous n'avons naturellement retenu que des clones reconnus sains par absence de symptômes externes aussi bien que par test d'indexage (VUITTENEZ 1958), les résultats obtenus à l'aide des deux méthodes ayant d'ailleurs été identiques. Les porte-greffes utilisés pour la multiplication par greffage de ce matériel subissent le même contrôle. Il importe d'ailleurs de préciser à ce sujet que dans nos nouvelles séries de sélection clonale *le contrôle sanitaire est effectué avant la mise en collection.*

Ces clones ayant été multipliés à 2 - 3 reprises sur des porte-greffes de classe élite, il est enfin intéressant de souligner que le pourcentage de souches que nous avons dû exclure finalement des multiplications destinées à l'établissement de parcelles de pieds-mères de greffons a été très faible, de l'ordre de 3 à 5 p. 100. Ce résultat montre que l'état sanitaire des porte-greffes utilisés a été, dans l'ensemble très bon.

7. — Parallèlement, les produits des meilleurs clones ont été vinifiés séparément en bonbonnes. Il fallait en effet se rendre compte si le type de vin obtenu était identique à celui issu du cépage « population » dans lequel la sélection avait été faite. De tels essais se sont révélés peu précis car l'erreur expérimentale a été plus importante que les différences éventuelles que l'on se proposait de déceler. Ces résultats ne nous ont d'ailleurs pas surpris car il est un fait connu que nous avons d'ailleurs maintes fois vérifiés : un même moût vinifié dans deux fûts ne donne pratiquement jamais un vin *strictement identique* du point de vue organoleptique. Nous avons néanmoins pu nous rendre compte que les produits de ces vinifications séparées correspondaient pleinement aux exigences de vins typiques provenant des cépages correspondants.

8. — Dans ce travail, les résultats concernant les rendements sont tous exprimés en kilogrammes par souche. A ce sujet il est bon de préciser que la densité de plantation des parcelles de nos domaines et de nos essais extérieurs est uniformément d'environ 4 500 à 5 000 souches par hectare. Le taux d'extraction en jus des différents cépages expérimentés est très variable. Il passe de l'ordre de 65 p. 100 pour des variétés à petites grappes comme le *Gewurztraminer*, le *Pinot gris* et le *Pinot noir* à 75 p. 100 pour les *Chasselas*, *Pinot blanc* et *Sylvaner*. Le rendement moyen en jus du *Riesling* et de l'*Auxerrois blanc* se situe autour de 70 p. 100.

III. — LA SÉLECTION CLONALE DU GEWURZTRAMINER

A. — GÉNÉRALITÉS

Bien que l'origine géographique du *Gewurztraminer* soit inconnue, ce cépage connaissait déjà un développement considérable en Alsace au début du 16e siècle (BOCK, 1551).

Cette ancienneté qui remonte d'ailleurs certainement beaucoup plus haut explique en partie pourquoi nous nous trouvons actuellement en présence d'une population assez hétérogène surtout en ce qui concerne les caractères de productivité. Il importe d'ailleurs de noter qu'à côté de cette hétérogénéité génétique le *Gewurztraminer* présente une forte hétérogénéité sanitaire du fait de sa grande sensibilité aux viroses de la dégénérescence infectieuse.

La sélection clonale du *Gewurztraminer* qui présentait à l'origine toutes les conditions théoriques requises pour être profitable constituait, en outre, le problème le plus urgent à résoudre en matière d'amélioration des cépages cultivés en Alsace. Il s'agit en effet d'une variété à rendement relativement faible (40 à 60 hl/ha) souvent diminué au surplus par un mauvais état sanitaire occasionnant une forte coulure. De ce fait la rentabilité de sa culture n'est pas toujours certaines chez des viticulteurs qui ne commercialisent pas eux-mêmes le vin en bouteilles. Par ailleurs il s'agit d'un cépage dont le vin semble atteindre dans ce vignoble un optimum de qualité qu'on retrouve difficilement ailleurs et qui confère au *Gewurztraminer* alsacien une place privilégiée dans le commerce international du vin.

TABLEAU I

Production quantitative et qualitative de clones de Gewurztraminer *obtenue à Bergheim de 1950 à 1961*

Clones	(1)	1950	1951	1953	1954	1955	1957	1958	1959	1960	1961	Moyennes	Coefficient de variation
Population témoin	*a*	0,43	2,22	1,45	0,87	0,94	0,97	1,20	1,40	1,67	0,88	1,20	45,95 %
	b	11,5	13,1	15,5	13,1	12,2	12,8	12,0	15,0	11,2	13,7	13,01	
	c	57	380	348	149	139	160	173	315	209	165	209,5	
Cl. 451	*a*	1,11	2,22	1,87	0,98	1,34	1,10	1,59	1,65	2,51	1,03	1,54	34,36 %
	b	12,4	13,4	14,1	12,5	12,0	13,6	12,6	14,8	11,5	13,5	13,04	
	c	171	402	373	152	192	204	251	361	331	188	262,5	
Cl. 456	*a*	0,64	1,93	1,60	1,20	1,48	1,06	1,36	1,56	2,34	1,03	1,42	34,06 %
	b	12,7	13,6	15,8	13,4	12,9	13,9	12,9	15,0	11,9	13,6	13,57	
	c	104	357	400	216	248	194	226	351	332	191	261,9	
Cl. 457	*a*	1,46	2,65	2,11	2,18	1,86	0,80	2,52	1,69	2,50	1,56	2,01	21,92 %
	b	12,6	12,8	15,8	12,3	12,1	14,3	12,6	14,7	11,5	13,3	13,20	
	c	232	435	527	313	267	170	398	365	330	276	343,9	
Cl. 458	*a*	0,77	1,86	1,36	1,30	1,17	1,60	1,72	1,31	1,96	0,95	1,32	31,89 %
	b	12,4	13,6	14,2	12,2	12,4	13,6	12,6	15,2	12,1	14,0	13,23	
	c	118	344	275	192	177	296	272	303	286	186	232,3	

(1) a = kilogrammes de raisins par souche (x) ; b = degrés alcooliques probables du moût (y) ; $c = xy^2$.

Dans ces conditions nous avons estimé que cette variété ne devait subir aucune régression dans l'encépagement de cette région et nous nous sommes proposé de rechercher l'obtention de clones à rendements améliorés certes, mais possédant avant tout une bonne qualité, c'est-à-dire dans les conditions limites de l'est de la France, un taux en sucres élevé.

B. — Résultats obtenus

Les résultats obtenus au cours des 12 dernières années concernent d'une part ceux de la collection de clones de Bergheim, d'autre part ceux des essais installés chez des viticulteurs.

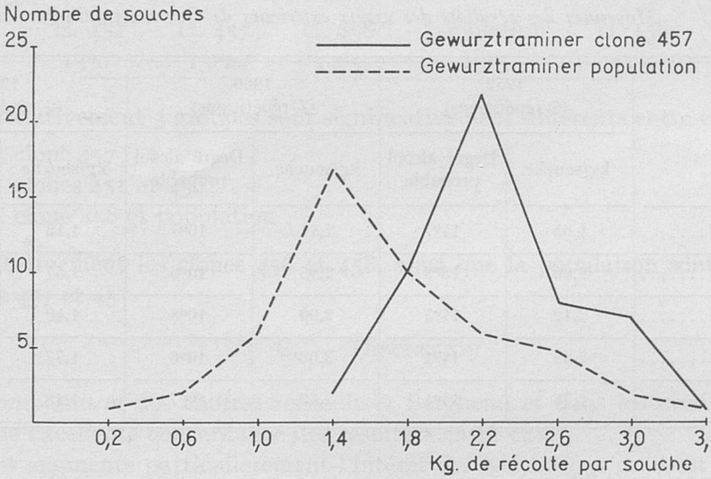


Fig. 1. — *Fluctuation comparative de la récolte de 50 souches de* Gewurztraminer *clone* 457 *et de 50 souches de* Gewurztraminer *population* (*Bergheim* 1959)

1. — *Résultats de la collection de clones de Bergheim*

Cette collection établie dans un milieu homogène sur SO_4 (Riparia-Berlandieri) nous a servi, comme cela a été précisé plus haut, à rechercher les clones susceptibles d'être mis en expérimentation ultérieure. Comme il serait fastidieux de présenter les résultats de l'étude d'ensemble de ce matériel nous nous contentons d'indiquer dans le tableau 1 ceux des clones les plus intéressants et de la population témoin. Ces chiffres concernent la production quantitative et qualitative ainsi que le produit XY^2 pour les années 1950 à 1961, abstraction faite des années au cours desquelles la plus grande partie de la récolte a été détruite : 1952, par la grêle et 1956, à la suite des gelées d'hiver bien connues de tous.

Dans le même tableau on trouvera également le coefficient de variation $V = \frac{100\,S}{\bar{X}}$ p. 100 (rapport de l'écart-type à la moyenne, exprimé sous forme de pourcentage) des récoltes annuelles des différents clones.

La figure 1 représente enfin la fluctuation individuelle de récolte, en 1960, de

50 souches de *Gewurztraminer* « population » et de 50 souches du clone 457. Les écarts-types de ces dispersions sont les suivants (unité de mesure : le gramme).

Population : 656
Clone 457 : 445

2. — *Résultats des essais extérieurs*

Établis à partir de 1955, les essais extérieurs de clones ont pu être contrôlés en 1959, 1960 et 1961. Les résultats moyens de ces essais sont consignés dans le tabl. 2. Dans la présentation de l'analyse statistique de ces chiffres, 2 moyennes non réunies par une ligne sont différentes, 2 moyennes soulignées ensemble ne sont pas significativement différentes.

TABLEAU 2

Moyennes des résultats des essais extérieurs de Gewurztraminer

	1959 (5 répétitions)		1960 (7 répétitions)		1961 (9 répétitions)	
	kg/souche	Degré alcool probable	kg/souche	Degré alcool probable	kg/souche	Degré alcool probable
Population	1,65	14°7	2,41	10°7	1,13	13°5
Clone 451..........	2,00	13°9	2,95	10°6	1,54	13°0
Clone 456..........	2,12	14°5	2,90	10°8	1,40	13°5
Clone 457..........	2,25	14°1	3,03	10°6	1,77	13°2
Clone 458..........	1,76	14°4	2,43	10°7	1,18	13°5

a) *Essai* 1959 (5 *répétitions*).

Quantité :

population	cl 458	cl 451	cl 456	cl 457
1,65	1,76	2,00	2,12	2,25

Qualité :

cl 451	cl 457	cl 458	cl 456	population
13°9	14°1	14°4	14°5	14°7

Du point de vue quantitatif les clones 451, 456 et 457 ne sont pas significativement différents entre eux. Il en est de même pour les clones 458 et 451 d'une part et pour la population et le clone 458 d'autre part. En ce qui concerne la qualité, la population, statistiquement identique aux clones 456 et 458, est supérieure aux clones 451 et 457.

b) *Essai* 1960 (7 *répétitions*).

Quantité :

population	cl. 458	cl. 456	cl. 451	cl. 457
2,41	2,43	2,90	2,95	3,03

Qualité :

cl. 451	cl. 457	cl. 458	population	cl. 456
$10^{o}6$	$10^{o}6$	$10^{o}7$	$10^{o}7$	$10^{o}8$

En ce qui concerne la quantité on différencie 2 groupes : les clones 456, 451 et 457, significativement supérieurs au clone 458 et à la population. Par ailleurs aucune différence qualitative valable n'a pu être décelée.

c) *Essai* 1961 (9 *répétitions*).

Quantité :

population	cl. 458	cl. 456	cl. 451	cl. 457
1,13	1,18	1,40	1,54	1,77

Qualité :

cl. 451	cl. 457	cl. 458	population	cl. 456
$13^{o}0$	$13^{o}2$	$13^{o}5$	$13^{o}5$	$13^{o}5$

Quantitativement 3 groupes sont significativement différents entre eux :

1. — clone 457
2. — clones 451 et 456
3. — clone 458 et population

Qualitativement les clones 456 et 458, ainsi que la population sont supérieurs aux clones 457 et 451.

C. — Discussion

La comparaison des chiffres recueillis à Bergheim et dans les essais extérieurs montre une excellente concordance des résultats entre eux.

Ce fait augmente particulièrement l'intérêt des conclusions qu'il est possible de tirer de la collection de clones puisqu'il s'agit là d'une période d'observations couvrant une douzaine d'années.

C'est ainsi que l'analyse des données du tableau 1 fait principalement ressortir la grande supériorité du clone 457 qui, avec un rendement largement supérieur à celui de la population, 800 grammes par souche correspondant à un accroissement d'environ 65 p. 100, possède ici une qualité au moins équivalente au témoin. Par ailleurs, le clone 456, avec une augmentation de récolte beaucoup plus faible (200 g par souche) se distingue tout particulièrement par sa qualité.

Un critère auquel nous attachons une importance primordiale est celui de la *régularité des récoltes*. A ce sujet les coefficients de variation montrent, d'une part une suprématie d'ensemble des clones par rapport à la population et d'autre part, l'intérêt évident du clone 457 dont le coefficient de variation est inférieur à la moitié de celui de la population.

En 1959, nous avons en plus, analysé la fluctuation individuelle de 50 souches de la population et du clone 457 ; la comparaison des résultats ainsi obtenus (fig. 1) permet de souligner l'importance de l'utilisation de clones en matière d'expérimentation et de recherche viticole. Une telle façon de faire aura toujours pour conséquence une augmentation souvent considérable de la précision des essais par suite d'une diminution de l'erreur expérimentale. Cette remarque est d'ailleurs valable quel que soit



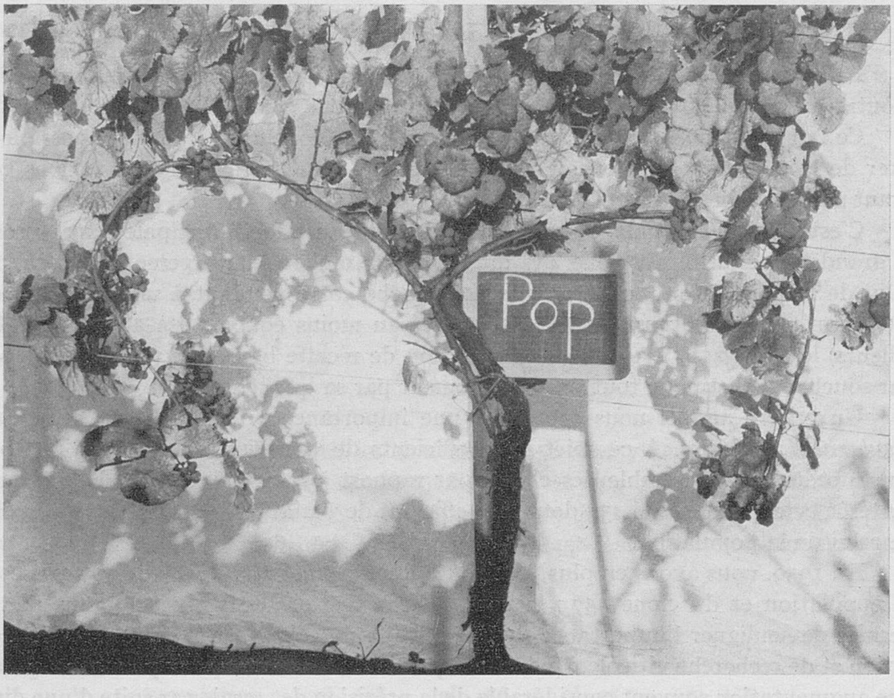


FIG. 2. — *Production comparée du* Gewurztraminer *clone* 457 (*photo du haut*) *et du* Gewurztraminer *population* (*photo du bas*). *Bergheim* 1961

le but poursuivi (essais de fumure, porte-greffes, traitements antiparasitaires, etc.).

L'analyse globale des essais extérieurs permet de se rendre compte que le classement des divers clones et de la population reste pratiquement toujours le même, aussi bien au cours des différentes années que dans les blocs d'un même essai. La valeur spécifique d'un clone ne semble donc avoir été affectée ni par la dispersion des blocs établis dans des situations géographiques et géologiques diverses ni par le type de porte-greffes utilisé (*riparia* × *rupestris* 3309 *C* et *riparia* × *Berlandieri* SO_4).

Du point de vue général, le clone 457 présente un accroissement de récolte

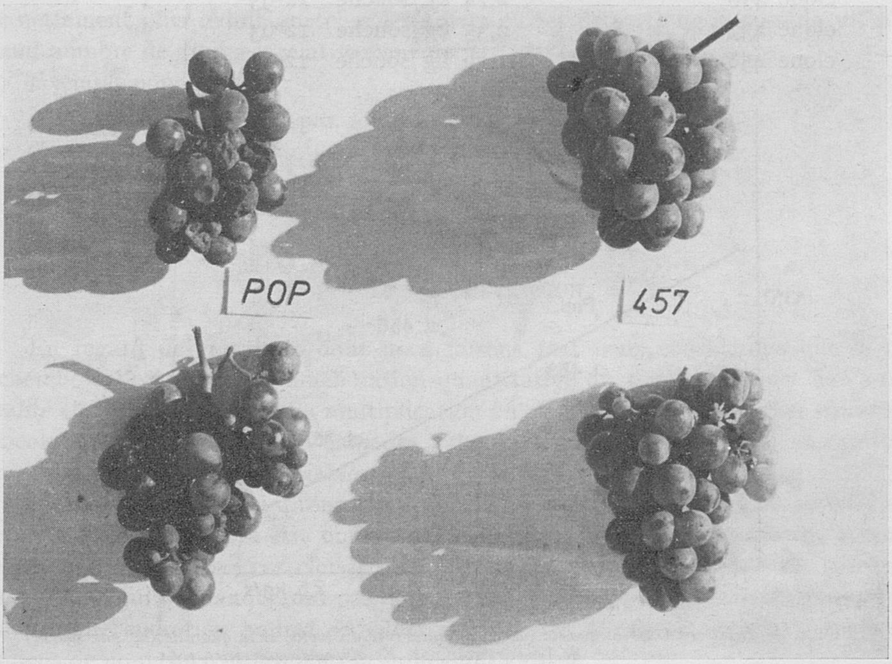


FIG. 3. — *Grappes correspondant au poids moyen des raisins du* Gewurztraminer *population* (36 *g*) *et clone* 457 (55 *g*). *Précision* ± 2,5 g *Bergheim* 1961

régulier de l'ordre de 600 grammes par souche, correspondant à environ 16 hectolitres de vin par hectare, par rapport à la population. Au cours des années où ces 600g représentent un pourcentage important de la récolte totale (1959 et 1961)on constate une légère différence qualitative d'environ 0,3 à 0,5 degré alcoolique probable. Dans des années à grande récolte, et 1960 constitue à ce sujet un record vraiment exceptionnel, la différence a été insignifiante.

Le clone 456, avec un supplément de récolte moyen de 400 g par souche a présenté une qualité toujours identique à la population.

Le clone 451, du point de vue quantitatif légèrement inférieur au clone 457 ne présente par contre pas d'intérêt d'ordre qualitatif comparé à ce dernier.

Par rapport aux clones précédents, le clone 458 ne peut être considéré comme intéressant.

Les vues de la fig. 2 représentent une souche de *Gewurztraminer* population

et une souche de clone 457 photographiés à la veille des vendanges 1961 à Bergheim. La fig. 3 montre enfin des grappes correspondant à 5 grammes près au poids moyen des raisins du *Gewurztraminer* population (36 grammes) et du clone 457 (55 grammes) de la collection de clones.

En définitive les moyennes générales de l'ensemble des essais extérieurs sont les suivantes :

Gevurztraminer population	1,73 kg/souche	12°97
clone 451	2,16 kg/souche	12°50
clone 456	2,14 kg/souche	12°93
clone 457	2,35 kg/souche	12°63
clone 458	1,79 kg/souche	12°87

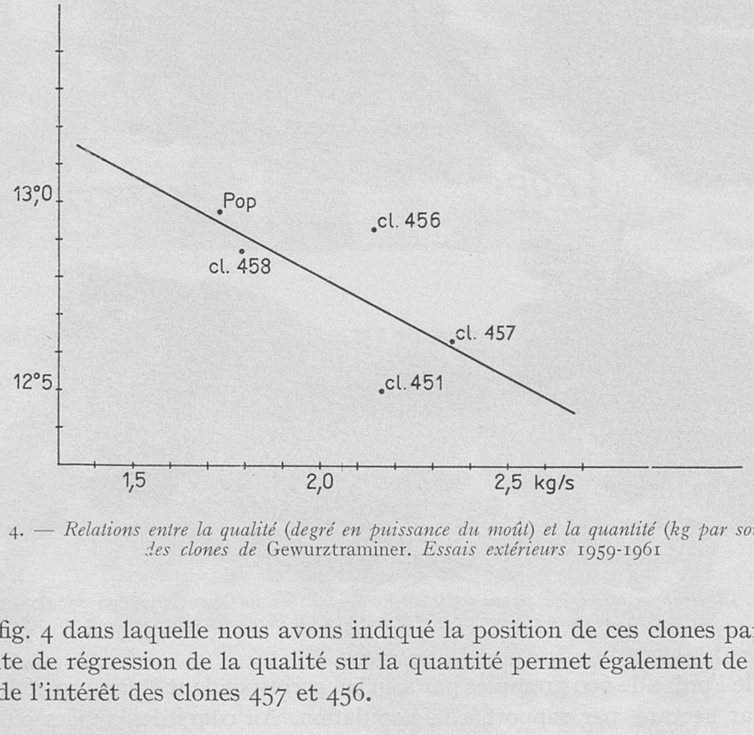


FIG. 4. — *Relations entre la qualité (degré en puissance du moût) et la quantité (kg par souche) des clones de* Gewurztraminer. *Essais extérieurs* 1959-1961

La fig. 4 dans laquelle nous avons indiqué la position de ces clones par rapport à la droite de régression de la qualité sur la quantité permet également de se rendre compte de l'intérêt des clones 457 et 456.

Remarque :

Durant ces années d'expérimentation nous avons tenté à diverses reprises de déceler des particularités morphologiques sur les organes végétatifs de clones. Jusqu'ici il nous faut malheureusement reconnaître que rien de concret n'a pu être trouvé en la matière et la description ampélographique de ce matériel sélectionné restec elle que nous avons indiquée dans un travail précédent (HUGLIN, 1955).

Par contre certaines autres particularités des clones 457 et 456 ont pu être mises en évidence. C'est ainsi que le clone 457 se distingue à la fois par une fertilité moyenne des bourgeons latents supérieure à celle de tous les autres clones de la collection et de la population et par une coulure très réduite ayant pour conséquence un poids

moyen de grappes considérable comme le montre la fig. 3. Voici à titre d'exemple quelques chiffres de fertilité moyenne observés en 1961 :

population	: 1,26	clone 451	: 1,60
clone 458	: 1,45	clone 457	: 1,69
clone 456	: 1,52		

Le clone 456, beaucoup plus sensible à la coulure, se caractérise par une particularité physiologique assez curieuse. A vigueur égale, le pourcentage de bourgeons latents qui ne débourrent pas au printemps par suite de corrélation d'inhibition, est nettement plus réduit que chez les autres clones de sorte qu'il possède un plus grand nombre de grappes, relativement petites, par souche.

Exemple pour 1961 :

population	24	grappes par souche.
clone 451	26	— — —
clone 457	28	— — —
clone 456	33	— — —

D. — Conclusion

En regard des résultats dont nous faisons état nous considérons que le but recherché à l'origine : une amélioration quantitative du *Gewurztraminer* liée à une qualité élevée a été atteint. La multiplication du clone 457 dans les bonnes situations viticoles et celle du clone 456 dans des milieux moins privilégiés sont susceptibles de rendre des services appréciables.

L'établissement d'un pronostic économique précis concernant le supplément de revenu net qui pourra être obtenu par le remplacement de la population actuelle de *Gewurztraminer* par ces clones n'est certes pas possible par suite de multiples interactions qui ne manqueront pas de se produire. Il nous semble néanmoins certain qu'une telle opération pourra se solder par un plus à gagner annuel de plusieurs millions de nouveaux francs pour la profession viticole.

IV. — LA SÉLECTION CLONALE DU RIESLING

A. — Généralités

De même que pour le *Gewurztraminer*, l'origine géographique du *Riesling* ne peut être précisée. Il est par contre prouvé que ce cépage a été introduit dans le vignoble alsacien au cours du 17e siècle (Barth, 1958) à partir des régions viticoles rhénanes plus septentrionales où son ancienneté de culture se perd dans la nuit des temps. Depuis cette époque, l'extension du *Riesling* a pris une importance considérable, non seulement en Alsace mais également dans toute l'Europe centrale et même en Amérique du Nord.

L'amélioration génétique et sanitaire de cette variété pose des problèmes quelque peu différents de ceux du *Gewurztraminer*. Il s'agit en effet d'un cépage plus productif, moins sensible à la dégénérescence infectieuse, possédant une époque de maturité

nettement plus tardive et de plus cultivé à grande échelle dans de nombreux pays.

Du fait, principalement, des perspectives de marché européen très ouvert, nous avons été amenés à rechercher des clones dont la productivité permette de soutenir la concurrence de vins de *Riesling* produits à l'étranger dans des conditions très différentes (recherche de rendements très élevés, législation vinicole beaucoup plus libérale). Par suite, cependant, de l'époque de maturité tardive de cette variété nous avons estimé qu'il fallait tenir compte avec une rigueur accrue de l'aspect qualitatif du problème.

B. — Résultats obtenus

A côté des résultats de la collection de clones de Bergheim qui a pu être contrôlée à partir de 1954 et des essais extérieurs, il nous a été possible de mettre en place un essai comprenant d'une part nos 3 meilleurs clones et d'autre part 3 clones sélectionnés en Allemagne et mis obligeamment à notre disposition par le Pr Birck de Geisenheim.

1. — *Résultats de la collection de clones*

Les résultats des contrôles des 5 meilleurs clones de *Riesling* et de la population témoin sont consignés dans le tableau 5. De même que précédemment ces chiffres concernent :

le rendement quantitatif par souche (X).
le degré alcoolique probable du moût (Y).
le produit XY^2.
le coefficient de variation des rendements quantitatifs.

TABLEAU 3

Production quantitative et qualitative de clones de Riesling *obtenue à Bergheim de 1954 à 1961*

Clones	[1]	1954	1955	1957	1958	1960	1961	1959	Moyennes	Coefficient de variation
Population témoin	*a*	1,51	1,10	1,82	2,25	2,75	1,49	2,01	1,85	29,64 %
	b	10°8	12°2	11°0	10°9	10°1	12°4	11°8	11°3	
	c	163	134	200	227	278	185	280	209,5	
Cl. 791	*a*	1,17	1,43	2,02	2,75	3,29	1,73	2,63	2,15	35,84 %
	b	11°4	12°4	11°0	10°9	9°9	11°6	12°1	11°3	
	c	133	178	245	327	322	234	384	260,4	
Cl. 800	*a*	1,40	2,36	2,04	2,32	2,54	2,12	2,19	2,14	17,01 %
	b	11°4	11°4	10°4	10°6	10°5	12°3	11°9	11°2	
	c	182	307	240	260	279	320	311	271,3	
Cl. 810	*a*	2,02	1,96	2,60	3,07	3,45	1,90	2,68	2,53	23,64 %
	b	10°5	12°0	11°1	10°0	9°4	11°9	11°6	10°9	
	c	220	282	320	307	304	270	362	295,0	
Cl. 812	*a*	2,18	2,17	2,66	2,96	3,83	2,14	2,59	2,65	22,86 %
	b	10°1	11°9	11°0	10°1	9°4	12°0	11°9	10°9	
	c	224	307	327	302	337	308	368	310,4	
Cl. 813	*a*	2,33	1,82	2,32	2,79	3,36	1,53	2,59	2,39	25,41 %
	b	10°1	12°2	10°8	10°6	9°8	12°2	11°9	11°1	
	c	239	271	267	312	323	228	368	286,9	

[1] a = kilogrammes de raisins par souche (x) ; b = degré alcoolique probable du moût (y) ; $c = xy^2$.

2. — *Résultats des essais extérieurs*

Ces essais ont également été contrôlés en 1959, 1960 et 1961. Les résultats correspondants se trouvent dans le tableau 4.

TABLEAU 4

Moyenne des résultats des essais extérieurs de Riesling

	1959 (5 répétitions)		1960 (7 répétitions)		1961 (10 répétitions)	
	kg/souche	Degré alcool probable	kg/souche	Degré alcool probable	kg/souche	Degré alcool probable
Population	2,18	11°7	2,59	10°4	1,63	11°0
Clone 810.....	3,16	11°1	3,15	9°7	2,22	10°6
Clone 812.....	2,70	11°0	3,26	9°8	2,47	10°4
Clone 813.....	2,77	11°5	3,25	10°0	2,18	10°9

a) *Essai* 1959 (5 blocs).

Quantité :

population	cl. 812	cl. 813	cl. 810
2,18	2,70	2,77	3,16

Qualité :

cl. 812	cl. 810	cl. 813	population
11°0	11°1	11°5	11°7

Quantitativement le clone 810 est supérieur à tous les autres. Un deuxième groupe est formé par les clones 812 et 813 significativement différents de la population. Du point de vue qualité, le clone 813 ne peut être différencié ni de la population d'une part, ni du clone 810 d'autre part. Il en est de même pour les clones 810 et 812.

b) *Essai* 1960 (7 *répétitions*).

Quantité :

population	cl. 810	cl. 813	cl. 812
2,59	3,15	3,25	3,26

Qualité :

cl. 810	cl. 812	cl.813	population
9°7	9°8	10°0	10°4

Quantitativement et qualitativement deux groupes, comprenant les 3 clones d'une part et la population d'autre part, sont significativement différents entre eux.

c) *Essai* 1961 (10 *répétitions*).

Quantité :

population	cl. 813	cl. 810	cl. 812
1,63	2,18	2,22	2,47

Qualité :

cl. 812	cl. 810	cl. 813	population
10°4	10°6	10°9	11°0

En ce qui concerne la quantité, la population est significativement inférieure à tous les clones. Les rendements des clones 813 et 810, de même que ceux des clones 810 et 812 ne présentent pas de différences valables. Qualitativement la population et le clone 813 peuvent être considérés comme supérieurs aux clones 810 et 812.

3. — *Essai comparatif de clones français et allemands*

Cet essai établi en 3 blocs a pu être contrôlé à partir de 1958. Le tableau 5 résume les moyennes des résultats de 4 années d'expérimentation, le tableau 6 l'analyse de la variance de cette expérience pluriannuelle.

Quantité :

population	cl. 198	cl. 813	cl. 110	cl. 64	cl. 810	cl. 812
2,29	2,77	2,91	3,01	3,16	3,18	3,18

Qualité :

cl. 64	cl. 810	cl. 812	cl. 110	cl. 813	cl. 198	population
10°21	10°23	10°24	10°40	10°50	10°57	10°82

Le rendement quantitatif de la population est inférieur à celui de tous les clones. Il en est de même pour celui du clone 198 comparé aux autres, exception faite pour le clone 813. Il n'y a pas de différences significatives entre les clones 813, 110, 64, 810 et 812. Inversement, en ce qui concerne la qualité, la population est significativement supérieure à tous les clones. On peut distinguer ensuite les groupes suivants :

clones 198, 813 et 110.
clones 110, 812 et 810.
clones 812, 810 et 64.

C. — Discussion

L'analyse des chiffres du tableau 3 qui comprend les résultats du témoin « population » et des 5 meilleurs clones de *Riesling* de la collection permet de faire les remarques suivantes :

Comparés au témoin, les clones 791 et 800 présentent une qualité équivalente et une capacité de rendement supérieure de l'ordre de 400 g par souche. Les clones 810 et 812 fournissent les rendements les plus élevés (700 à 800 g par souche de plus que le témoin) avec une qualité cependant sensiblement diminuée. A priori, le clone 813 nous semble ici le plus intéressant avec une qualité à peine inférieure à celle du témoin et une augmentation de récolte de 550 g par souche.

En ce qui concerne les coefficients de variation, nous ne retrouvons plus chez le *Riesling* la grande dispersion qui avait été le cas chez le *Gewurztraminer*. Cette constatation ne nous a pas surpris car elle correspond à des observations que nous avons faites précédemment (HUGLIN 1954 et 1958). Nous avons en effet signalé que, de tous les cépages cultivés en Alsace, le *Riesling* présente la plus faible fluctuation du caractère « fertilité des bourgeons » liée à une bonne stabilité du poids moyen des grappes.

Pour nos essais extérieurs nous avons, en définitive, retenu les clones 810, 812 et 813. Les moyennes générales de cette expérimentation (tableau 4) sont les suivantes :

Riesling population		2,13 kg/souche	11°02
clone	810	2,83 kg/souche	10°43
clone	812	2,81 kg/souche	10°41
clone	813	2,75 kg/souche	10°79

Ces chiffres correspondent bien aux précédents. Les clones 810 et 812, avec une augmentation de récolte d'environ 700 g par souche par rapport au témoin, accusent une diminution de qualité assez forte de 0°6. Quant au clone 813, avec un surplus de rendement de 700 g. par souche, sa qualité n'a été qu'une fois significativement inférieure à celle du témoin.

Les analyses statistiques annuelles de l'essai comparatif de clones allemands et français n'ont presque jamais fait ressortir de différences significatives par suite du nombre trop réduit de répétitions. L'analyse pluriannuelle de cet essai (tableaux 5 et 6) a, par contre, permis de différencier les clones en expérimentation en montrant de plus que ni le classement qualitatif ni le classement quantitatif ne se trouvait affecté par le facteur « année ».

TABLEAU 5

Résultats généraux d'un essai de clones de Riesling *sélectionnés en Allemagne et en France*

(*a* : kg de raisin par souche — *b* : degré alcoolique probable du moût).

Clones		1958	1959	1960	1961	Moyennes
Population	*a*	2,087	2,830	2,727	1,513	2,289
	b	9°96	11°53	10°30	11°47	10°82
Cl. 64 (Allemagne)	*a*	3,337	3,697	3,197	2,397	3,157
	b	9°60	10°87	9°37	11°00	10°21
Cl. 110 (Allemagne)	*a*	3,040	3,717	2,790	2,510	3,014
	b	9°66	11°43	9°50	11°00	10°40
Cl. 198 (Allemagne)	*a*	2,837	3,213	2,547	2,490	2,772
	b	10°00	11°13	9°73	11°40	10°57
Cl. 810 (France)	*a*	3,170	3,970	2,933	2,647	3,180
	b	9°63	10°67	9°50	11°13	10°23
Cl. 812 (France)	*a*	3,343	3,407	3,437	2,540	3,182
	b	9°53	10°80	9°53	11°00	10°24
Cl. 813 (France)	*a*	2,533	3,527	3,493	2,093	2,912
	b	9°66	11°27	9°67	11°40	10°50

Dans l'ensemble on pourra se rendre compte que les séries de clones allemands et français présentent l'une et l'autre des types qui possèdent soit une très bonne productivité mais une qualité déficitaire de l'ordre de 0°6 par rapport au témoin

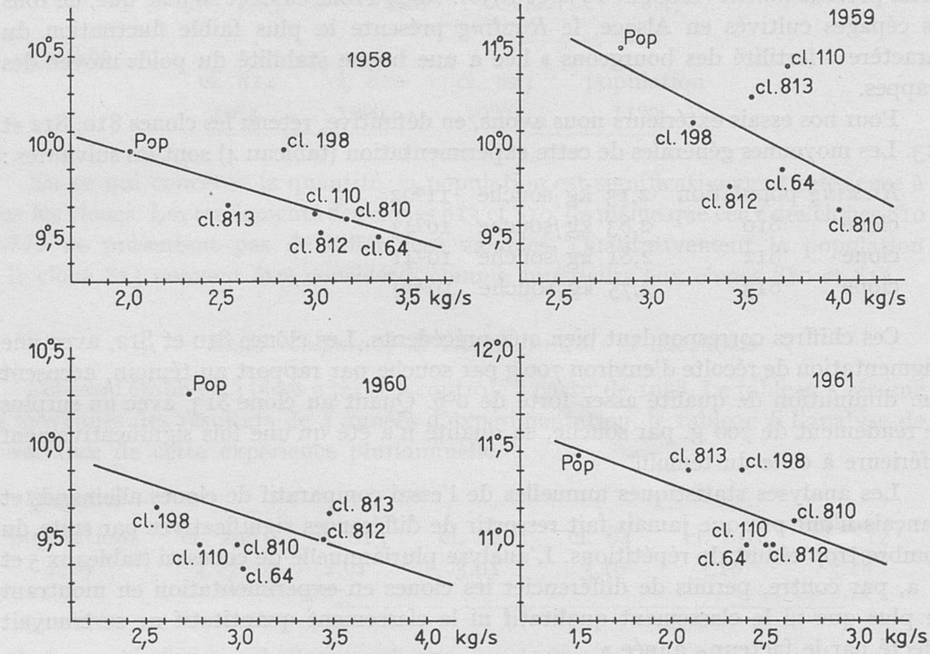


FIG. 5. — *Relations entre la qualité (degré en puissance du moût) et la quantité (kg par souche) des clones de* Riesling *(Bergheim* 1958-1961)

TABLEAU 6

Analyse de la variance des résultats quantitatifs et qualitatifs de l'essai pluriannuel de clones de Riesling *du tableau 5*

Critère d'analyse	Origine de la variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance	F calculé	Valeurs critiques de F pour P = 0,05
Quantité de récolte	blocs	29 775	8	3 722	2,36	2,30
	variétés	74 444	6	12 407	7,87	2,46
	années	145 233	3	48 411	30,72	2,96
	var. × années	41 076	18	2 282	1,45	2,00
	erreur	75 654	48	1 576		
	total	366 182	83			
Degré alcoolique probable du moût	blocs	95	8	11,87	2,85	2,30
	variétés	356	6	59,33	14,23	2,46
	années	4 535	3	1 511,67	362,51	2,96
	var. × années	147	18	8,17	1,96	2,00
	erreur	220	48	4,17		
	total	5 357	83			

(clones 810, 812, 64) soit des capacités de production moindres avec, cependant, des qualités plus élevées (clones 813, 198). Les représentations graphiques de la fig. 5 où nous avons fait figurer les régressions qualité sur quantité montrent ici également l'intérêt évident, 3 années sur 4, du clone 813.

D. — Conclusion

En définitive, compte tenu des exigences qualitatives que nous nous sommes imposées, nous pensons que seul le clone 813 mérite une extension pratique.

Chez le *Gewurztraminer* nous avons estimé qu'une différence maximum de 0°5 par rapport au témoin population, les années à récoltes réduites au cours desquelles les degrés alcooliques dépassent très largement 13°, pouvait être admise sans risque pour la qualité des vins. Avec le *Riesling* dont la teneur alcoolique dépasse rarement 12° il nous semble au contraire que cette différence ne devrait pas excéder 0,2-0,3°, ce qui exclu, à nos yeux, toute multiplication des clones 810 et 812 qui se sont pourtant révélés les plus productifs.

Ce cépage est capable de produire des vins de très grande classe à condition d'arriver à maturité parfaite. Il serait regrettable que la concurrence, dont nous avons parlé plus haut, se fasse au détriment de la qualité par suite d'un manque d'harmonie des objectifs de sélection aussi bien que des législations viticoles des pays intéressés.

V. — LA SÉLECTION CLONALE DU PINOT GRIS

A. — Généralités

Le *Pinot gris*, encore appelé *Tokay d'Alsace* dans cette région, présente des conditions de production voisines de celles du *Gewurztraminer*. C'est un cépage de maturité précoce donnant des rendements en général faibles. Comme on le vendange tardivement sa qualité est presque toujours très élevée. Ne jouissant pas, à tort bien souvent, du prestige du *Gewurztraminer*, son vin ne peut être écoulé au même prix que celui-ci, malgré un prix de revient identique voire supérieur. De ce fait le *Pinot gris* est malheureusement une variété en nette régression.

A côté de ce *Pinot gris* qui possède de petites grappes il existe une forme de *Pinot gris* à grosses grappes dont la coloration des baies est un peu moins foncée. Ce cépage à production élevée, dont le vin n'est d'ailleurs pas comparable au précédent, mériterait une disparition pure et simple de l'encépagement alsacien par suite du tort qu'il est susceptible de causer à la variété qui nous intéresse ici.

B. — Résultats obtenus

Pour le *Pinot gris* une collection de clones a été créée en 1942 dans notre domaine de Wintzenheim à partir de matériel qui avait été sélectionné par l'Institut Viticole de Fribourg en Allemagne. Le Pays de Bade produit en effet des vins de *Pinot gris* (*Ruländer*) réputés.

Dans le tableau 7 concernant cette collection nous avons fait figurer, comme prédédemment les chiffres relatifs à la population témoin et aux 5 meilleurs clones.

4 de ces derniers ont ensuite été mis en expérimentation à Bergheim en essai blocs à 4 répétitions. Les résultats de l'analyse statistique pluriannuelle de cet essai qui a été contrôlé de 1950 à 1961 (tableau 8) ont été les suivants :

TABLEAU 7

Production quantitative et qualitative de clones de Pinot gris
obtenue à Wintzenheim de 1946 à 1952.

Clones	(1)	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	Moyennes	Coefficient de variation
Population témoin	*a*	1,30	1,65	1,48	1,17	2,00	1,63	0,75	1,43	27,97 %
	b	14°0	14°1	13°6	13°6	12°0	12°1	14°2	13°4	
	c	254,8	328,0	273,7	216,4	288,0	238,6	151,2	250,1	
Cl. R. 53	*a*	1,72	2,05	2,09	1,54	2,70	1,90	0,91	1,84	29,89 %
	b	14°0	12°9	14°0	13°8	12°1	12°3	13°7	13°3	
	c	337,1	341,1	409,6	293,3	395,3	287,5	170,8	319,2	
Cl. 150	*a*	1,94	2,63	2,27	1,90	3,20	2,20	1,22	2,19	28,31 %
	b	13°5	12°5	13°1	12°3	11°1	11°5	13°7	12°5	
	c	353,6	411,0	389,6	287,5	394,3	291,0	229,0	336,6	
Cl. 149	*a*	1,55	2,45	2,39	1,86	2,90	2,23	1,34	2,10	26,19 %
	b	13°7	12°0	13°1	12°9	11°5	11°9	13°6	12°7	
	c	290,9	352,8	410,1	309,5	383,5	315,8	247,8	330,0	
Cl. 146	*a*	1,88	2,69	2,22	1,94	3,00	2,10	1,12	2,13	28,64 %
	b	13°8	12°4	13°4	12°8	12°3	11°8	13°6	12°9	
	c	358,0	413,6	398,6	317,8	453,9	292,4	207,1	348,8	
Cl. Hauser	*a*	2,46	2,90	2,40	1,70	2,95	2,30	1,34	2,29	25,76 %
	b	13°8	11°8	13°2	13°0	11°6	11°6	13°2	12°6	
	c	468,5	403,8	418,2	287,3	397,0	309,5	233,5	359,7	

(1) *a* = kilogrammes de raisins par souche (*x*) ; *b* = degré alcoolique probable du moût (*y*) ; *c* = XY^2.

TABLEAU 8

Résultats généraux d'un essai de clones de Pinot gris
provenant de l'Institut viticole de Fribourg (Allemagne)
(*a* : kg de raisins par souche *b* : degré alcoolique probable du moût)

Années	Cl. Hauser		Cl. 146		Cl. 149		Cl. 150		Population (1)	
	a	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*	*a*	*b*
1950	1,263	10°77	1,560	10°68	1,390	11°17	1,385	10°80	1,070	11°0
1951	3,640	12°95	3,427	13°08	3,187	13°45	2,847	13°77	2,500	13°1
1953	1,467	14°92	1,547	15°90	1,347	15°65	1,125	16°02	0,814	16°4
1954	2,267	13°00	2,390	13°42	2,157	13°50	1,868	13°92	1,570	12°8
1957	1,305	12°87	1,497	13°17	1,008	12°95	1,115	13°37	1,330	12°1
1958	1,915	11°67	2,040	12°25	2,057	12°30	1,975	12°28	1,461	11°7
1959	1,775	15°02	1,885	15°00	1,570	14°87	1,485	14°92	1,592	14°9
1961	1,205	13°35	1,580	13°52	1,265	13°60	1,467	13°72	1,162	13°6
Moyennes	1,855	13°07	1,991	13°38	1,748	13°44	1,658	13°60	1,437	13°20
Coefficient de variation	43,79 %		33,08 %		40,10 %		36,46 %		35,38 %	

(1) Les résultats « population » ne font pas partie de l'essai proprement dit. Ils proviennent d'une parcelle adjacente établie sur même porte-greffe (5 BB) et de même âge.

Quantité :

cl. 146	cl. Hauser	cl. 149	cl. 150
1,99	1,85	1,75	1,66

Qualité :

cl. 150	cl. 149	cl. 146	cl. Hauser
13°60	13°44	13°38	13°07

C. — Discussion et conclusion

La concordance entre les observations effectuées à Wintzenheim et à Bergheim est moins bonne que pour les 2 cépages précédents tout en restant correcte. Quelques essais extérieurs de *Pinot gris* que nous pensons établir ces prochaines années dans différentes situations du vignoble, nous permettrons d'ailleurs de préciser la valeur comparative de ce matériel. Celui-ci peut cependant être considéré dès maintenant comme intéressant et largement supérieur à la population témoin. Les chiffres concernant cette dernière et figurant dans le tableau 8 n'ont pas été recueillis dans l'essai proprement dit mais proviennent de contrôles effectués dans une parcelle adjacente établie sur même porte-greffe et de même âge. Leur comparaison avec les résultats des clones permet de se rendre compte de l'intérêt tout particulier du clone 146 qui est capable de donner un surplus de récolte d'environ 500 g par souche avec une qualité au moins équivalente à celle de la pòpulation.

VI. — RÉSULTATS POUR D'AUTRES CÉPAGES

Comme cela a été précisé dans l'introduction les résultats de sélection clonale des autres cépages cultivés dans le vignoble alsacien sont moins complets que ceux concernant les 3 variétés précédentes. Pour le moment nous ne disposons que de chiffres provenant de notre collection de clones de Bergheim. Au cours de ces dernières années, un certain nombre d'essais extérieurs ont été mis en place à l'aide de ce matériel, mais leur âge ou leur nombre est encore trop réduit pour en tirer des conclusions. Nous pensons néanmoins qu'il est utile de commenter rapidement les observations qu'il nous a été possible de faire.

A. — pinot blanc

Le tableau 9 concerne les meilleurs clones de ce cépage dont les résultats moyens, enregistrés de 1950 à 1961 sont les suivants :

Population	témoin	: 2,28 kg/souche	11°8
clone	145	: 2,55 kg/souche	11°9
clone	159	: 2,72 kg/souche	11°7
clone	161	: 2,67 kg/souche	12°1
clone	165	: 2,70 kg/souche	11°9
clone	166	: 2,61 kg/souche	11°8

TABLEAU 9

Production quantitative et qualitative des meilleurs clones de Pinot blanc (*Bergheim* 1950-1961)

Années	(1)	Cl. 161	Cl. 165	Cl. 166	Cl. 159	Cl. 145	Population témoin
	a	2,45	1,80	1,87	2,15	1,36	1,37
1950	*b*	9,3	9,7	10,2	9,8	10,9	10,4
	c	211	169	194	206	162	148
	a	3,20	3,90	3,20	3,60	3,60	3,55
1951	*b*	13,3	12,8	12,5	11,6	12,7	11,7
	c	566	640	499	486	580	486
	a	3,24	3,21	3,06	2,67	3,17	2,43
1954	*b*	13,4	13,6	12,8	13,3	12,9	12,8
	c	583	594	502	473	526	399
	a	2,17	1,90	2,12	1,98	2,32	1,96
1955	*b*	12,9	12,5	12,5	12,5	11,5	12,2
	c	360	296	331	309	306	292
	a	1,65	1,61	1,40	1,91	1,90	1,80
1957	*b*	11,9	11,4	10,9	11,6	11,6	11,4
	c	234	209	167	258	256	234
	a	3,73	4,21	3,60	4,05	3,46	3,20
1958	*b*	10,8	10,0	10,9	10,6	10,3	10,2
	c	436	421	428	454	367	333
	a	2,13	1,63	2,56	2,24	1,73	1,65
1959	*b*	14,0	14,2	13,8	13,7	14,3	13,9
	c	417	329	486	421	353	318
	a	2,92	3,69	2,98	3,51	2,94	2,61
1960	*b*	10,5	10,2	10,7	10,3	10,7	10,9
	c	321	384	340	372	335	311
	a	2,52	2,32	2,73	2,37	2,46	1,95
1961	*b*	12,7	12,7	12,4	12,3	12,4	12,7
	c	406	374	420	358	379	314
	a	2,67	2,70	2,61	2,72	2,55	2,28
Moyennes	*b*	12,09	11,90	11,85	11,74	11,92	11,80
	c	392,6	379,5	374,1	370,7	362,6	315,0
Coefficient de variation des rendements		24,72 %	38,89 %	26,82 %	29,04 %	30,98 %	32,02 %

(1) *a* = kilogrammes de raisins par souche (X) ; *b* = degrés alcooliques probables du moût (Y) ; $c = XY^2$.

Avec des suppléments de récolte de l'ordre de 300 à 400 grammes par souche, ces clones présentent une qualité identique à celle du témoin. Le clone 161 paraît même supérieur à ce point de vue et possède en outre un très bon coefficient de variation.

B. — PINOT NOIR

Ce cépage présentait jadis une assez grande extension dans cette région. Après une disparition presque complète il commence à nouveau à se développer. Son vin est vinifié en rosé et constitue une spécialité qui devrait cependant rester dans des

limites raisonnables. Il s'agit ici de clones de *Pinot noir* à petites grappes, sélectionnés dans le vignoble alsacien mais qui sont susceptibles de rendre service dans d'autres régions comme la Bourgogne et la Champagne où nous espérons pouvoir établir quelques essais extérieurs. Voici les moyennes des données du tableau 10 :

Population témoin : 2,30 kg /souche 12°0
clone 540 : 2,39 kg /souche 12°2
clone 542 : 2,90 kg /souche 11°9
clone 543 : 2,86 kg /souche 12°0

TABLEAU 10

Production quantitative et qualitative des meilleurs clones de Pinot Noir (*Bergheim* 1950-1961)

Années	(1)	Population témoin	Cl. 540	Cl. 542	Cl. 543
1950	*a*	1,73	2,10	3,12	3,06
	b	10°0	9°9	9°4	9°4
	c	173	206	276	270
1951	*a*	2,99	4,42	4,23	4,53
	b	11°3	11°4	10°3	11°2
	c	382	574	449	568
1953	*a*	2,10	1,88	2,35	2,55
	b	13°6	14°2	14°4	14°6
	c	388	379	487	544
1954	*a*	2,44	2,10	3,40	2,65
	b	12°2	13°7	12°0	11°8
	c	363	394	490	369
1955	*a*	1,84	1,34	2,49	2,20
	b	12°6	12°5	12°5	12°9
	c	292	209	389	366
1958	*a*	3,01	2,70	3,07	3,64
	b	11°5	10°9	11°0	10°9
	c	398	321	371	432
1959	*a*	2,16	2,55	2,64	2,77
	b	13°3	13°6	13°7	13°8
	c	382	472	495	528
1960	*a*	2,79	2,61	2,46	2,75
	b	10°3	10°2	10°5	10°3
	c	296	272	271	292
1961	*a*	1,66	1,85	2,32	1,55
	b	12°8	13°1	12°8	12°7
	c	272	317	380	250
Moyennes	*a*	2,30	2,39	2,90	2,86
	b	12°0	12°2	11°8	12°0
	c	327	349	401	402
Coefficient de variation des rendements		23,50 %	37,14 %	21,29 %	29,05 %

(1) *a* = kilogrammes de raisins par souche (X) ; *b* = degrés alcooliques probables du moût (X) ; $c = XY^2$.

Ici également il semble possible d'obtenir un gain de rendement sans diminution de qualité. Le clone 543 paraît, à priori, être le plus intéressant.

C. — Auxerrois blanc

Les résultats enregistrés avec cette variété sont consignés dans le tableau 11 avec les moyennes suivantes :

Population témoin : 2,42 kg /souche 11°6
clone 36 : 2,84 kg /souche 11°8
clone 45 : 3,08 kg /souche 11°3
clone 11 : 2,63 kg /souche 11°8
clone 14 : 2,78 kg /souche 10°8

TABLEAU 11

Production quantitative et qualitative des meilleurs clones d'Auxerrois (Bergheim 1951-1961)

Années	(1)	Cl. 36	Cl. 45	Cl. 11	Cl. 14	Population témoin
1951	*a*	3,30	5,60	2,85	3,65	2,64
	b	12,9	10,4	12,9	10,3	12,4
	c	548	605	473	387	407
1953	*a*	4,00	3,75	2,72	3,82	3,07
	b	13,4	13,3	13,3	13,1	13,0
	c	720	664	481	657	519
1955	*a*	2,22	2,27	2,37	2,00	2,25
	b	11,1	11,1	11,4	10,7	11,5
	c	273	279	308	228	297
1957	*a*	2,04	2,50	2,32	2,02	1,65
	b	10,6	10,4	10,6	9,5	10,5
	c	228	270	260	182	181
1958	*a*	2,44	2,31	2,22	2,39	2,18
	b	11,0	10,5	11,4	10,1	10,9
	c	295	254	289	244	259
1959	*a*	2,89	2,55	1,97	2,12	2,37
	b	12,8	12,7	12,7	12,3	12,8
	c	474	411	317	320	389
1960	*a*	4,06	3,77	4,74	4,59	3,75
	b	10,4	10,0	9,8	9,0	10,1
	c	438	377	455	372	382
1961	*a*	1,76	1,86	1,83	1,62	1,48
	b	11,9	11,9	12,0	11,6	11,7
	c	250	264	264	219	203
Moyennes	*a*	2,84	3,08	2,63	2,78	2,42
	b	11,76	11,29	11,76	10,82	11,61
	c	403,2	390,5	355,9	326,1	329,6
Coefficient de variation des rendements		30,99 %	39,94 %	34,98 %	39,21 %	30,17 %

(1) *a* = kilogrammes de raisins par souche (X) ; *b* = degrés alcooliques probables du moût (Y) ; *c* = XY^2.

Les premiers contrôles d'essais d'Auxerrois blanc semblent confirmer l'intérêt du clone 36 tant au point de vue de la qualité que du rendement.

D. — SYLVANER

Il s'agit là d'un cépage tardif à grosse production pour lequel les remarques faites à propos du *Riesling* sont en grande partie valables. La vigueur du *Sylvaner* est plutôt faible et les parcelles atteintes de dégénérescence infectieuse périclitent rapidement. Les données du tableau 12 montrent que certains clones comme les nº 733 et 749 présentent une qualité équivalente à celle du témoin :

Population	témoin	: 3,38 kg/souche	10°2
clone	745	: 3,70 kg/souche	10°0
clone	742	: 3,90 kg/souche	9°9
clone	733	: 3,85 kg/souche	10°1
clone	749	: 3,80 kg/souche	10°1
clone	750	: 3,69 kg/souche	10°0

TABLEAU 12

Production quantitative et qualitative des meilleurs clones de Sylvaner (*Bergheim* 1955-1960)

Années	(1)	Cl. 745	Cl. 742	Cl. 733	Cl. 749	Cl. 750	Population témoin
1955	a	2,47	3,29	2,97	2,99	2,50	2,37
	b	9,7	9,3	9,8	9,5	9,7	9,9
	c	232	283	285	269	235	232
1957	a	3,00	4,18	3,56	3,34	3,00	3,05
	b	9,7	9,6	10,1	10,3	10,3	10,3
	c	282	385	363	354	318	323
1958	a	5,40	5,12	5,29	5,16	5,70	4,25
	b	9,2	9,3	9,2	10,1	9,5	9,6
	c	459	440	450	526	513	391
1959	a	3,71	3,24	3,15	3,55	4,20	3,28
	b	13,1	13,3	13,8	12,5	12,4	12,9
	c	638	573	598	554	647	544
1960	a	3,94	3,68	4,28	3,96	3,05	3,95
	b	8,2	8,1	7,6	8,2	8,2	8,5
	c	264	243	248	265	204	284
Moyennes	a	3,70	3,90	3,85	3,80	3,69	3,38
	b	9,98	9,92	10,10	10,12	10,02	10,24
	c	375,0	384,8	388,8	393,6	383,4	354,8
Coefficient de variation des rendements		30,00 %	20,00 %	24,68 %	22,11 %	34,69 %	22,19 %

(1) a = kilogrammes de raisins par souche (X) ; b = degrés alcooliques probables du moût (Y) ; $c = XY^2$.

E. — Chasselas blanc et rose

Les *Chasselas blanc* et *rose*, qui se trouvent généralement en mélange à l'échelon parcellaire sont également considérés comme de gros producteurs. Dans les tableaux 13 et 14 on pourra cependant se rendre compte que les moyennes pluriannuelles de production des témoins sont inférieurs à celles du *Sylvaner* par suite d'une irrégularité considérable des récoltes due à une grande sensibilité du *Chasselas* à la coulure. Par sélection clonale il a été possible, sans difficulté, de remonter considérablement les rendements sans aucun préjudice pour la qualité. En ce qui concerne la régularité des récoltes, les coefficients de variation montrent par contre que seuls certains clones

TABLEAU 13

Production quantitative et qualitative des meilleurs clones de Chasselas blanc (*Bergheim* 1950-1961)

Années	(1)	Cl. 307	Cl. 382	Cl. 267	Cl. 252	Population témoin
1950	*a*	3,00	1,80	2,39	1,21	0,89
	b	8,8	8,9	9,2	9,6	9,5
	c	231	142	203	111	80
1951	*a*	4,00	3,70	4,50	3,55	3,04
	b	10,5	10,4	10,4	11,1	10,5
	c	440	400	486	437	334
1953	*a*	6,00	5,70	5,80	5,18	3,78
	b	10,2	10,2	10,1	9,9	10,5
	c	624	593	592	508	416
1954	*a*	2,78	2,50	2,65	3,10	2,15
	b	11,8	11,4	11,8	12,9	12,0
	c	386	325	368	515	310
1957	*a*	2,50	2,50	2,28	3,00	1,85
	b	10,8	10,5	10,9	10,2	10,4
	c	292	275	271	312	200
1958	*a*	4,16	4,22	2,13	3,04	2,53
	b	9,2	9,2	9,0	9,3	9,5
	c	354	359	173	261	228
1959	*a*	2,96	4,42	3,89	3,65	2,64
	b	11,6	11,1	10,8	10,6	11,4
	c	400	544	455	409	343
1961	*a*	2,52	2,78	4,06	3,69	2,56
	b	11,1	10,7	10,0	9,8	10,5
	c	310	317	406	354	282
Moyennes	*a*	3,49	3,45	3,46	3,30	2,43
	b	10,50	10,30	10,27	10,42	10,54
	c	379,6	369,4	369,2	363,4	274,1
Coefficient de variation des rendements		34,10 %	37,39 %	37,86 %	33,33 %	34,98 %

(1) *a* = kilogrammes de raisins par souche (X) ; *b* = degrés alcooliques probables du moût (Y) ; *c* = XY^2.

TABLEAU 14

Production quantitative et qualitative des meilleurs clones de Chasselas rose (*Bergheim* 1950-1961)

Années	(1)	Cl. 234	Cl. 215	Cl. 235	Cl. 231	Population témoin
	a	1,35	2,86	3,47	2,27	1,46
1950	*b*	9,1	9,2	9,1	9,5	9,1
	c	112	243	288	204	121
	a	2,70	4,00	3,50	4,35	2,71
1951	*b*	10,9	9,8	10,3	10,3	10,8
	c	321	384	371	461	317
	a	5,10	5,50	4,82	4,35	4,52
1953	*b*	12,2	10,9	11,1	11,1	11,3
	c	760	654	593	535	579
	a	2,68	2,45	2,93	2,37	2,37
1954	*b*	12,2	11,8	11,7	11,8	11,9
	c	399	341	401	329	337
	a	2,40	3,18	2,31	3,00	1,81
1957	*b*	10,8	9,8	10,6	10,8	10,7
	c	281	305	259	351	206
	a	3,30	3,25	3,94	3,18	2,78
1958	*b*	10,1	9,8	10,8	8,9	10,0
	c	337	312	461	251	278
	a	4,16	4,19	3,03	4,02	3,41
1959	*b*	10,8	11,2	10,8	10,9	11,2
	c	487	524	355	478	426
	a	3,34	3,39	2,55	3,24	2,28
1961	*b*	10,5	10,3	10,9	10,5	10,8
	c	367	359	303	356	267
	a	3,13	3,60	3,32	3,35	2,67
Moyennes	*b*	10,82	10,35	10,66	10,47	10,72
	c	383,0	390,2	378,9	370,6	316,4
Coefficient de variation des rendements		36,42 %	26,39 %	24,28 %	24,48 %	34,87 %

(1) *a* = kilogrammes de raisins par souche (X) ; *b* = degrés alcooliques probables du moût (Y) ; *c* = X Y²

de *Chasselas rose* (215, 231, 235) ont pu être améliorés. A priori le *Chasselas rose* paraît être plus intéressant que le *Chasselas blanc*. Les moyennes de ces résultats préliminaires sont les suivantes :

Chasselas rose :

Population	témoin	: 2,67 kg/souche	10°7
clone	215	: 3,60 kg/souche	10°3
clone	231	: 3,35 kg/souche	10°5
clone	234	: 3,13 kg/souche	10°8
clone	235	: 3,32 kg/souche	10°7

Chasselas blanc :

Population	témoin	: 2,43 kg /souche	$10^{o}5$	
clone	252	: 3,30 kg /souche	$10^{o}4$	
clone	267	: 3,46 kg /souche	$10^{o}3$	
clone	307	: 3,49 kg /souche	$10^{o}5$	
clone	382	: 3,45 kg /souche	$10^{o}3$	

VII. — CONCLUSION GÉNÉRALE

Le travail dont nous venons de rendre compte montre de façon évidente que la sélection clonale de la vigne permet d'aboutir à des résultats extrêmement intéressants qui nous suggèrent, en guise de conclusion, quelques remarques générales relatives à cette technique de sélection.

1. — En ce qui concerne les résultats proprement dits, il importe de souligner la facilité avec laquelle il est possible d'obtenir des augmentations souvent considérables des rendements. Lorsqu'on connaît l'effet souvent catastrophique de la dégénérescence infectieuse cette constatation qui découle avant tout de la *sélection clonale sanitaire* n'est pas étonnante et on ne voit vraiment pas comment il pourrait en être autrement.

Afin d'éviter, corrélativement, une diminution d'ensemble de la qualité d'un cépage soumis à la sélection clonale il paraît alors indispensable de rechercher parmi le matériel sain les clones qui, pour une production quantitative donnée, présentent la qualité la plus élevée possible. C'est principalement à ce niveau qu'intervient la *sélection clonale génétique*.

L'observation de cette règle est certainement valable pour tous les cépages et toutes les régions viticoles. Dans le cas des vignobles situés, comme celui de l'Alsace, à la limite climatique de la culture de la vigne, il s'agit d'un impératif absolu que nous avons respecté au maximum.

2. — La rapidité plus ou moins grande avec laquelle il est possible d'arriver à des résultats concrets est naturellement fonction des moyens qui peuvent être mis en œuvre. A ce sujet l'établissement, en terrains appropriés, de plusieurs collections de clones préalablement soumis à la sélection sanitaire et greffés sur porte-greffes sains, permettra de gagner un temps considérable.

A priori la technique de sélection clonale paraît simple. Connaissant par expérience la somme de travail nécessaire à sa réalisation nous pensons cependant qu'un programme d'amélioration clonale à la fois sanitaire et génétique ne peut être mené à bien que par des stations ou des organisme spécialisés avec la collaboration de professionnels.

3. — Les dispositions légales qui vont prochainement être prises pour la multiplication de clones sélectionnés vont permettre l'établissement de premières parcelles de pieds-mères de ce matériel dans les domaines de la station. Celui-ci pourra alors être mis à la disposition des viticulteurs dans un proche avenir. La solution la plus judicieuse de ce problème serait certainement la création, par des organismes profes-

sionnels travaillant en liaison avec les services intéressés du Ministère de l'Agriculture, d'un domaine où la multiplication de clones destinés à couvrir les besoins en greffons de cette région viticole serait réalisée.

REMERCIEMENTS

Il nous faut enfin adresser nos vifs remerciements aux viticulteurs qui ont eu l'amabilité de mettre des parcelles à notre disposition pour y réaliser nos essais extérieurs et qui ont ainsi contribuer au succès de notre entreprise, MM. F. KERN de Thann, P. WEINZAEPPEL de Soultz, J. et Ch. VORGURGER de Vöegtlinshoffen, L. P. WIEDERKEHR-SCHERB et A. HURST de Turckheim, H. MEYER de Wintzenheim, A. DIETRICH de Niedermorschwihr, A. et J. STOECKLE de Katzenthal, J. SCHWARTZ de Kientzheim, A. FISCHER de Beblenheim, J. ZIMMER de Riquewihr, G. KREYER de Rodern, P. KIRSCHNER et A. MATHERN de Dambach-la-Ville, L. HERING de Barr, E. FISCHER de Rosheim et tout particulièrement J. HUGEL, ingénieur agricole, de Riquewihr qui mène une campagne inlassable et efficace en faveur de la sélection.

Reçu pour publication en février 1962.

SUMMARY

RESULTS OF CLONAL SELECTION OF VINE IN ALSACE

In this paper results of sanitary and genetical clonal selection of vine made at the Viticultural Research Station of Colmar are summarised.

The selection was made according to the following scheme :

1. — Detection of clones in the vineyard. For several years on end, control of their yielding capacity and of their health. (freeness of virus diseases).

2. — After elimination of all suspicious material establishment of a collection of the remaining clones. Comparative analysis of their value with particular attention to the quality.

3. — Planting our experiments with the best clones (randomized block designe) and the original population in various vineyards. Statistical analysis of the results.

4. — Control of the wine (taste) produced by the different clones.

5. — On virus free stocks and in healthy soil, establishment of clonal mother plantations to produce canes for scions.

Among the different varieties commonly grown in Alsace our work was mainly concerned with *Gewurztraminer*, *Riesling* and *Pinot gris*.

From the *Gewurztraminer* (table 1 and 2) we succeeded in selecting one clone (457) which produces regulary about 16 hl /ha more than the population of a wine slightly lower in alcool (0°3 to 0°5). A second clone (456) was closer to the population as far as yielding capacity is concerned but produced a very high quality wine.

In the case of *Riesling* (table 3 to 6), clone 813 seems to be the most interesting. It produces about 600 g more per vine. The wine having about the same quality as this one of the initial population. High producing clones have been discarded because of the poor quality of the wine that they produced.

The clone 146 of *Pinot gris* allows to increase the production of this variety without any loss in quality (table 7 and 8).

Other fragmentary results concerning the improvement of *Pinot blanc* (table 9), *Pinot noir* (table 10), *Auxerrois blanc* (table 11), *Sylvaner* (table 12) and *Chasselas blanc* and *rose* (table 13 and 14) are also presented.

In conclusion, a sanitary clonal selection brings about very easily an increase of production. But it is important to put forward the genetical aspect of such a breeding work in order to take in account the question of quality.

ZUSAMMENFASSUNG

ERGEBNISSE DER REBKLONENAUSLESE IM ELSASS

In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der Rebklonenauslese die an der Station de Recherches viticoles et œnologiques von Colmar erzielt wurden, besprochen.

Die angewandte Auslesemethodik betrug folgende Punkte :

1. — Ermittelung von Klonen in dem Weinbaugebiet. Mehrjährige Kontrolle ihrer Kultureigenschaften sowie ihres Gesundheitszustandes hinsichtlich der Virosen.

2. — Nach Entfernung von jedem verdächtigen Material, Anlegung eines Klonensortimentes. Vergleichende Analyse ihrer Leistungsfähigkeiten mit besonderer Berücksichtigung der Qualität.

3. — In verschiedenen Weinbaulagen Anlegung von Feldversuchen (Blockmethode) mit den besten Klonen und der bettrefenden « Population » als Kontrolle. Statistische Auswertung der Ergebnisse.

4. — Prüfung der geschmacklischen Eigenschaften des Weines dieser Klonen.

5. — Anlegung von Klonenmutterholzanlagen auf geprüften Unterlagen und in entseuchtem Boden.

Unter den verschiedenen Rebsorten die im Elsass angepflanzt werden haben wir uns besonders mit *Gewurztraminer, Riesling* und *Grauburgunder* befasst.

Bei dem *Gewurztraminer* (Tabelle 1 und 2) konnte ein Klon (Nr 457) mit einer regelmässigen Ertragserhöhung von zirka 16 Hl pro Ha und einer sehr schwachen Qualitätserniedrigung von -0°3 bis 0°5 gegenüber der Gewurztraminerpopulation, sowie ein Klon (Nr 456) mit geringerer Ertragserhöhung aber mit sehr hoher Qualität, ausgelesen werden.

Bei dem *Riesling* (Tabelle 3 bis 6) scheint der Klon 813, mit einem Mehrertrag von ungefähr 600 G. pro Stock und mit gleicher Qualität als die Kontrollpopulation, der interessanteste zu sein. Mehrere Rieslingklone mit sehr hohen Erträgen wurden wegen ungenügender Qualität ausgeschaltet.

Der *Graubrugunderklon* 146 (Ursprung : Weinbauinstitut Freiburg) gibt ebenfalls eine Ertragserhöhung ohne jegliche Beeinträchtigung der Qualität (Tabelle 7 und 8).

Weitere, weniger vollständige Ergebnisse betreffen den *Weissburgunder* (Tabelle 9). den *Spätburgunder* (Tabelle 10), den *Auxerrois* (Tabelle 11), den *Sylvaner* (Tabelle 12) sowie denwe issen und roten *Gutedel* (Tabelle 13 und 14).

Dank der sanitären Klonenzüchtung kann eine Erhöhung der Erträge sehr leicht erreicht werden. Die Benützung der genetischen Klonenauslese zur Erlangung von Klonen mit höchstmöglicher Qualität scheint aber unerlässlich.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMBROSI H., 1954. Untersuchungen über das Güte-Menge-Verhältnis und dessen statistiche Auswertung bei Rebklonen. *Der Weinbau, W. B.* **7**, 80-95.

BARTH M., 1958. *Der Rebbau im Elsass*, p. 90, Éditions F. X. LEROUX, Strasbourg-Paris.

BOCK H., 1551. *Kreutter-Buch*, 387-388v, Bibliothèque nationale et universitaire, Strasbourg.

BRANAS J., 1949. Le problème de la sélection et du contrôle du matériel viticole. *Ann. Accad. Agric. Torino*, **90**.

HUGLIN P., JULLIARD B., 1955. Étude sur la morphologie, la phénologie et la productivité des principaux cépages de *V. vinifera L.* cultivés en Alsace. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 5-51.

HUGLIN P., 1958. *Recherches sur les bourgeons de la vigne : initiation florale et développement végétatif*, **8**, 113-272.

HUGLIN P., JULLIARD B., 1959. Le contrôle de la maturation du raisin par le prélèvement de baies. *Progr. Agric. Vitic.*, **152**, 11-16, 37-41.

HUGLIN P., JULLIARD B., 1962. Résultats de la sélection clonale du Gewurstraminer en Alsace. *C. R. Acad. Agric.*, 65-69.

LEVADOUX L., 1951. La sélection et l'hybridation de la vigne. *Ann. Ec. Nat. Agric. Montpellier*, **28**, 192 pp.

LEYVRAZ H., 1958. Sélection de la vigne et choix des sarments à greffons. *Rev. romande Agric. Vitic. Arb.*, **14**, 69-73.

LOOS O., 1951. Stand der Klonenauslese in Rheinland-Nassau. *Der Weinbau, W. B.*, **5**, 125-127, 152-160.

PEYER E., 1950. Der Blauburgunder in der Ostschweiz und seine Selektion. *Schweiz. Z. Obstund Weinbau*, **59**, 361-366 et 380-384.

RIVES M., 1961. Bases génetiques de la sélection clonale chez la vigne. *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 337-348.

VUITTENEZ A., 1958. Acquisitions récentes dans le domaine des viroses de la vigne. *Vignes et vins*, 11-17.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (2), 151-156.

FLORAISON, FÉCONDATION ET FERTILITÉ DES CÉPAGES EN ISRAËL EN RELATION AVEC LA STRUCTURE DE LA FLEUR

N. HOCHBERG

École d'Agriculture de Mikveh-Israël, Israël.

SOMMAIRE

Le but de notre étude était de définir la sexualité et les facultés pollinisatrices des cépages cultivés en Israël et plus particulièrement des variétés indigènes et orientales sur lesquelles nos connaissances sont généralement insuffisantes.

Nous nous proposions en outre de reconnaître à l'intérieur de ces cépages l'existence éventuelle de souches (clones) infertiles, régulièrement affectées par la coulure ou le millerandage et nous avons pu montrer que ces défauts, de nature constitutionnelle, n'étaient nullement dépendants des conditions ambiantes.

Les conclusions de ce travail sont basées sur les résultats fournis par différents essais et opérations :

1. — Ensachage des inflorescences avant la floraison afin d'éviter toute pollinisation de l'extérieur.

2. — Examen de la faculté germinative et de la fertilité du pollen.

3. — Examen microscopique de la forme des grains de pollen à l'état naturel.

4. — Pollinisation naturelle et artificielle entre les divers cépages hermaphrodites, femelles, et clones infertiles.

5. — Étude de l'époque de la floraison — date précise de floraison des cépages ayant besoin de pollinisation mutuelle.

6. — Multiplication végétative par greffage des clones infertiles et évaluation de la qualité de leurs fruits (contexture de la grappe).

7. — Divers essais visant l'amélioration des conditions de fécondation par l'emploi d'hormones naturelles et artificielles.

(1) Résumé des thèses présentées au Sénat de l'Université hébraïque de Jérusalem en vue de l'obtention du titre de Doctor philosophiae.

8. — Nous avons enfin recherché l'existence d'une corrélation entre le pourcentage de germination du pollen et la qualité (aspect) des fruits.

Les 68 variétés de cuve ou de table étudiées ont alors été réparties en trois catégories.

a) Variétés hermaphrodites dont la fécondation s'effectue toujours normalement sans le recours d'aucune pollinisation croisée ou artificielle.

b) Variétés hermaphrodites contenant des clones infertiles.

c) Variétés femelles ayant besoin d'être pollinisées par des variétés hermaphrodites fertiles.

I. — VARIÉTÉS HERMAPHRODITES QUI, AU COURS DE NOS RECHERCHES, N'ONT PAS ENCORE RÉVÉLÉ DE CLONES INFERTILES

Cépages a raisins de table

Perle de Csaba, Madeleine, Reine des Vignes, Chasselas, Muscat de Hambourg, Muscat d'Alexandrie, Muscat d'Istambul, Muscat Mikveh, Noir Mikveh, Netter, Muscat du Maroc, Perlette, Perla nera, Peince, Alphonse Lavallée, Danugue, Black Monukka, Flame Tokay, Emperor, Dattier de Beyrouth, Reine Elisabeth, Lignan, Delight, Rose of Peru, Olivette noire, Blue Serbian, Castiza, Panse de Roquevaire, Prune de Cazouls, Ludwig Talocy, Ephtakilo, Vostitzanico, Sideritis, Koudsi, Hebron, Marawi, Choubani, Hilouani, Zeini salti, Hedari salti, Einuni, Einuni Garmi, Einkelb, Geyr, Ehmed abou Ali, El Gouz, Feriallah, Assergine, Hedari marocain, Muscat de Zarhoun, Ahmar bou Ahmar.

Cépages a raisins de cuve

Grosse clairette, Alicante Bouschet, Caralicante, Cabernet Sauvignon, Muscat de Frontignan, Blanc de Corfou.

Nous sommes arrivés à les définir comme appartenant à ce groupe par les essais suivants :

1. — Toutes les inflorescences ensachées avant la floraison se sont développées en grappes assez pleines, plus ou moins compactes, sans l'aide d'aucune pollinisation extérieure.

2. — A l'examen microscopique leurs grains de pollen avaient une forme normale, naviculaire ou celle d'un petit tonnelet allongé.

3. — Le pourcentage de germination du pollen était assez élevé et oscillait entre 50 p. 100-70 p. 100. Au-dessous de 30 p. 100 la fécondation est parfois insuffisante.

4. — On a vérifié que les caractères génétiques d'autofertilité et de bonne fertilité en croisements sont transmis après multiplication végétative.

Le tableau 1 ci-dessous donne un exemple détaillé des opérations pratiquées sur un des cépages de cette catégorie.

Par ailleurs, nous supposons que si les recherches étaient continuées sur un plus grand nombre de souches et dans différentes régions, elles permettaient peut-être de découvrir parmi ces cépages, des clones infertiles, en particulier dans les cas où il ne nous a pas été permis d'utiliser un plus grand nombre de souches.

TABLEAU I

Étude de la germination du pollen et évalı a'ion de la conformation des grappes chez une variété hermaphrodite, le Koudsi (*année* 1954).

N° de la souche	Pourcentage de germination du pollen	Conformation des grappes: 20 grappes ensachées avant floraison		Conformation des grappes: 40 grappes non ensachées				Observations
1	86	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	Le *Koudsi* est la plus précoce des variétés indigènes. Les grains de pollen ont la forme naviculaire normale. Il n'existe pas de différence significative entre la conformation des grappes ensachées avant floraison et celle des grappes non ensachées. La fécondation n'a pas été gênée par l'ensachage. Le % de germination du pollen est assez élevé (60 %). La variété est hermaphrodite.
2	67	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	1	
3	56	1	1	1	1	$1\frac{1}{2}$	1	
4	74	1	1	1	1	1	1	
5	65	2	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	2	2	
6	62	2	3	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	4	$2\frac{1}{2}$	
7	54	$2\frac{1}{2}$	3	1	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	
8	42	2	$2\frac{1}{2}$	1	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	
9	46	—		1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	
10	56	$1\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	1	2	$1\frac{1}{2}$	
Moyenne	60,8 ± 9,3	1,8 P.p.d.s. = 0,35		1,6				

Signification des notes accordées à la conformation des grappes :

Note 1 : Grappe compacte, typique de la variété, sans aucun défaut de coulure ou de millerandage.

Note 2 : Grappe un peu lâche, coulure partielle, ayant 10-15 grains millerandés.

Note 3 : Grappe très lâche, atteinte de coulure sur tout le long, ou grappe fortement millerandée (près de la moitié).

Note 4 : Grappe presque entièrement atteinte de coulure, ayant en tout 10-15 grains normaux, ou presque entièrement millerandée.

Des notes intermédiaires, telles que 1,5, 2,5 entre ces 4 catégories, ont été données, au besoin, ce qui a permis une cotation plus précise.

II. — VARIÉTÉS HERMAPHRODITES CONTENANT DES CLONES INFERTILES

Nous avons trouvé que les défauts de coulure et de millerandage constatés pour certaines souches de ces variétés persistent toujours et ne sont nullement influencés par des conditions climatiques défavorables ou par d'autres facteurs ambiants. Nos conclusions sont basées sur les constatations suivantes :

1. — Chez de telles souches, toutes les inflorescences ensachées avant floraison ont coulé ou étaient entièrement millerandées.

2. — A l'examen microscopique, les grains de pollen présentaient diverses formes anormales : triangulaires, arrondies ou des formes d'olives pointues.

3. — La germination du pollen était presque nulle.

4. — Pour certains clones infertiles (*Italia*) il a suffi de la pollinisation avec du pollen fertile pour obtenir la formation de grappes normales plus ou moins compactes.

En d'autres termes, leur gamétophyte femelle est normal et apte à être fécondé, tandis que dans d'autres variétés, telles que l'*Alicante-Grenache*, même trois pollinisations n'ont pas amélioré la conformation des grappes qui sont restées coulardes. Cela prouve que dans ce dernier cas, le gamétophyte femelle est lui aussi mal conformé.

5. — Il a été vérifié que ces clones infertiles transmettent leurs défauts au cours des opérations de multiplication végétative, greffage ou bouturage.

Nous avons trouvé des clones infertiles dans les variétés suivantes : *Italia, Dabouki, Handro de Smyrne* (= *Rosaki*), *Sémillon, Carignane, Alicante-Grenache.*

Le tableau 2 ci-dessous, fournit un exemple des diverses constatations opérées sur un des cépages de cette catégorie.

TABLEAU 2

Germination du pollen et évaluation de la conformation des grappes de la variété Italia.

N° de la souche	Provenance des greffons	Pourcentage de germination du pollen		Évaluation de la conformation des grappes (qualité)					
		8-5-54	16-5-54	24 grappes ensachées avant floraison		48 grappes non ensachées			
1	Fertile	16	63	$1\frac{1}{2}$	2	1	1	1	1
2	*Millerandée*	0	0	4	4	1	1	$1\frac{1}{2}$	2
3	Fertile	67	44	1	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
4	*Millerandée*	0	0	4	4	3	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
5	Fertile	30	67	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
6	*Millerandée*	0	0	4	4	2	2	2	2
7	Fertile	63	54	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	2
8	*Millerandée*	0	0	4	4	3	2	$2\frac{1}{2}$	3
9	Fertile	58	62	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	2	2
10	*Millerandée*	0	0	4	4	$2\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	2
11	Fertile	60	82	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	$2\frac{1}{2}$	3	$2\frac{1}{2}$
12	*Millerandée*	0	0	4	4	3	3	$3\frac{1}{2}$	3

Résumé du tableau

1° Pourcentage moyen de germination du pollen des souches fertiles.................... 55 %
2° Pourcentage moyen de germination du pollen des souches millerandées 0 %
3° Note moyenne des grappes ensachées des souches millerandées : 4 = millerandage complet.
4° Note moyenne des grappes ensachées des souches fertiles : 1,8 = grappes un peu lâches.
5° Note moyenne des grappes non ensachées des souches fertiles : 1,8 = grappes un peu lâches.
6° Note moyenne des grappes non ensachées des souches millerandées : 2,3 = grappes lâches.

L'*Alicante-Grenache* est considéré comme le plus important des cépages de cuve de notre pays.

On rencontre souvent dans les vignobles d'Israël des souches très coulardes de cette variété. Les vignerons attribuent à tort ce phénomène à des conditions climatiques défavorables en période de floraison ou à la vigueur excessive des souches.

Dans une parcelle de 864 pieds d'*Alicante-Grenache* du vignoble d'étude de l'École d'Agriculture de Mikveh-Israël, nous avons détecté 115 pieds coulards, soit une proportion de 13 p. 100. Cette constatation nous a démontré qu'il serait dangereux de continuer la plantation de l'*Alicante Grenache* sans précautions préalables de marquage et de sélection des greffons.

Les essais pratiqués sur les pieds coulards d'*Alicante-Grenache* peuvent être résumés ainsi qu'il suit :

1. — La germination du pollen des pieds coulards était presque nulle. Cependant quelques tubes polliniques courts ont été émis par certains grains de pollen.

2. — Dans la plupart des cas la forme naturelle des grains de pollen était anormale. Sur dix souches nous avons compté une moyenne de 6 p. 100 de grains de pollen de forme normale, alors que 94 p. 100 de ces grains avaient une forme anormale.

3. — Le rendement des souches coulardes oscille entre 50 et 1 250 grammes de vendange par souche. La récolte moyenne de 30 souches coulardes était en 1956 de 657 grammes alors que les souches du type fertile portaient en moyenne 5 920 g de vendange par pied.

4. — Nous avons greffé les *Alicante-Grenache* de chacun des deux types coulard et fertile sur une même ligne en les faisant alterner et nous avons observé la conformation de leurs grappes au cours des deux saisons consécutives 1955 et 1956. Les descendants des pieds coulards ont donné des grappes très lâches avec coulure intense, tandis que les descendants des pieds fertiles ont donné des grappes compactes.

5. — Sur les pieds infertiles, 60 grappes ensachées avant floraison ont coulé presque entièrement.

6. — Deux et même trois pollinisations artificielles réalisées avec du pollen fertile n'ont pas amélioré sensiblement la production des souches infertiles. Ces souches portaient des grappes sur lesquelles on pouvait compter en moyenne 48 baies, alors que les grappes des souches fertiles avaient de 120 à 200 baies.

Il résulte de tout ceci que dans un clone infertile d'*Alicante-Grenache* les gamétophytes mâles et femelles présentent également des défauts de conformation. Il est donc urgent d'éliminer les clones infertiles en regreffant les souches infertiles éparses dans le vignoble avec des greffons prélevés sur des *Alicante-Grenache* fertiles.

Comme conclusion aux recherches mentionnées ci-dessus, il est possible de classer les clones infertiles observés chez les variétés hermaphrodites en deux groupes :

1. — Chez certaines variétés les clones infertiles sont uniquement caractérisés par un gamétophyte mâle anormal, les grains de pollen n'ayant pas de faculté germinative alors que le gamétophyte femelle est normal. Après fécondation par un pollen fertile, la fleur évolue en fruit comme c'est le cas pour la mutation coularde du cépage *Italia*. Ce clone infertile est en somme une variété femelle, sœur jumelle de la variété hermaphrodite, les étamines sont plus courtes et recourbées vers le bas comme dans les diverses variétés femelles connues dans les pays viticoles. Ce fait semble prouver, contrairement à ce qui a été publié sur ce sujet par divers auteurs, qu'il existe une relation plus étroite qu'on ne l'avait pensé entre les formes hermaphrodites et les formes femelles.

2. — Le second groupe de clones infertiles que l'on rencontre, épars dans les vignobles plantés de cépages considérés comme hermaphrodites, se rattache au type étudié dans le cas de l'*Alicante-Grenache*. Dans ce groupe le gamétophyte mâle et le gamétophyte femelle présentent l'un et l'autre et dans d'importantes proportions des défauts de conformation ; il s'en suit que les grappes sont très lâches et ne contiennent qu'un petit nombre de baies : 10 à 15 par grappe. Les étamines de ces clones ont une forme presque normale et se dressent à un niveau légèrement supérieur à celui du stigmate.

III. — VARIÉTÉS FEMELLES

Au cours de nos recherches nous avons également isolé par les divers moyens évoqués plus haut quelques variétés femelles, les unes signalées depuis longtemps dans le monde viticole, les autres mentionnées pour la première fois ici. Ce sont les suivantes : *Ohanez, Olivette blanche, Mayorquin, Rosaki kokino, Kabyl, Hymoniatico, Bordelais* et *Jendalli*.

Hymoniatico est la plus tardive de toutes les variétés connues. La fécondation obligatoirement croisée de cette variété est assez délicate étant donné qu'à l'époque de sa floraison toutes les variétés même les plus tardives ont pratiquement passé fleur. Parmi ces dernières, la plus appropriée serait le *Danugue*, cépage de table qui peut être cultivé à des fins commerciales. Afin de faire concorder autant que possible l'époque de floraison des deux variétés nous proposons de pratiquer la taille du *Danugue* le plus tard possible, en mars par exemple, et de tailler tôt, c'est-à-dire en janvier *Hymoniatico*. On a ainsi beaucoup plus de chance de faire coïncider les époques de floraison de ces deux variétés. Dans le vignoble, les deux cépages seront disposés par rangées alternées.

IV. OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES

Sauf dans quelques cas assez rares, nous n'avons pas pu mettre en évidence l'existence d'une relation entre le pourcentage de germination du pollen et la conformation des grappes des variétés hermaphrodites fertiles.

Les produits hormonaux naturels tirés des stigmates ainsi que les hormones artificielles n'ont eu aucune influence favorisante sur la fertilité des cépages femelles ou sur celle des clones infertiles.

Diverses techniques mises à l'essai, tels que changement de porte-greffes, pincement, incision annulaire, etc., n'ont eu aucune influence par leur apport de matières nutritives élaborées aux inflorescences, sur la germination du pollen.

Reçu pour publication en février 1962.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (2), 157-164.

ÉTUDE DES PLANTES RÉSISTANTES AU FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. MELONIS DANS LA VARIÉTÉ DE MELON CANTALOUP CHARENTAIS

C.-M. MESSIAEN, Georgette RISSER et P. PECAUT

Station de Pathologie végétale et Station d'Amélioration des Plantes maraîchères, Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, Montfavet (Vaucluse).

SOMMAIRE

L'utilisation de méthodes d'infection artificielle a permis de découvrir des plantes résistantes au *Fusarium oxysporum f.* sp. *melonis* dans la variété *Cantaloup Charentais*. L'étude des croisements entre plantes sensibles et plantes résistantes permet d'attribuer cette résistance à un seul gène dominant.

I. — INTRODUCTION

Le flétrissement accompagné de gommose provoqué sur le Melon par *Fusarium oxysporum f.* sp. *melonis* est sans doute une des plus graves maladie de cette plante.

Sa virulence est maximum en sol frais (18 à 20°), et les cultures les plus attaquées sont celles de Melons précoces, conduites sous châssis froids.

La virulence du champignon est telle, ainsi que sa rémanence dans les terrains, que de nombreux cultivateurs cherchent à louer des terres neuves chaque année pour établir leurs cultures de Melons, qui, par conséquent, ne rentrent plus dans une rotation régulière.

La maladie est présente non seulement en Provence, mais aussi dans toutes les régions secondaires de production : Sud-Ouest, région de Nantes, de Châlon-sur-Saône, etc.

La variété la plus demandée, le *Cantaloup Charentais* est malheureusement sensible à cette maladie.

Nos travaux ont été précédés en France par ceux de LANSADE et LOUVET (1961).

Le premier a surtout étudié la désinfection du sol par les fongicides, qui, dans le cas de la Fusariose du Melon est particulièrement malaisée, et nécessite l'emploi de doses anti-économiques.

LOUVET a mis au point un procédé de greffage du Melon sur *Benincasa cerifera*, plante résistante au *Fusarium*, et compatible avec le Melon. Cette méthode, parfaite lorsqu'on dispose de serre, serait d'une application difficile dans les conditions de culture des régions méridionales.

De notre côté, peu après l'installation des stations d'Amélioration des Plantes et de Pathologie végétale à Montfavet (Vaucluse), nous avons pu constater que certains cultivateurs des environs de Carpentras pratiquaient la culture du Melon en rotation régulière dans leurs petites exploitations. Après avoir subi de graves dégâts de Fusariose sur *Cantaloup Charentais* vers 1950, ils avaient pu reprendre

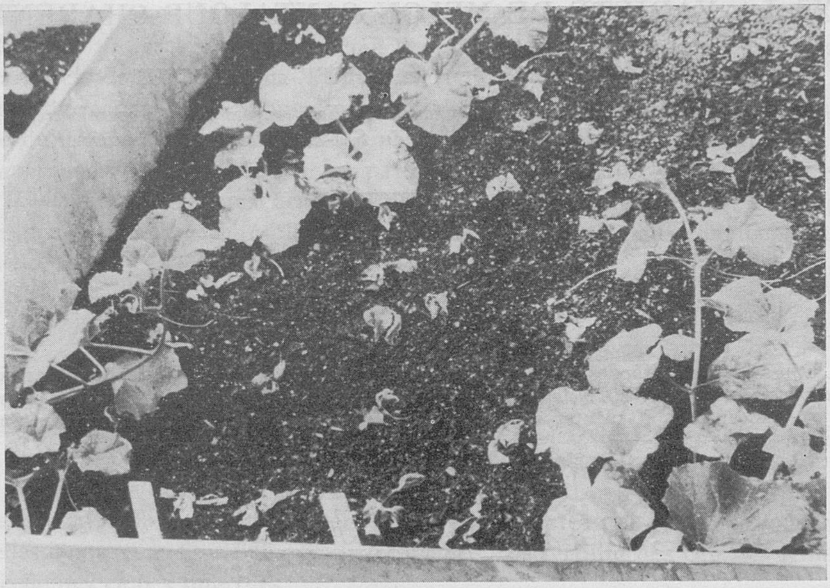


FIG. 1. — *Première méthode d'inoculation. Tri des plantes résistantes parmi les populations de Melon* Cantaloup Charentais.

la culture du Melon sur leurs terrains grâce à l'adoption d'une population plus tardive et à fruits plus gros que le Charentais typique, mais considérée par eux comme résistante.

Leurs affirmations nous ont paru dignes d'être vérifiées. Mettant tout d'abord en comparaison sous inoculation artificielle un lot de *Cantaloup Charentais* du commerce, et la population dite résistante, nous avons constaté que nous obtenions la mort de 95 p. 100 des plantes dans le premier cas, et 20 p. 100 seulement dans le second.

Comment ce résultat d'expérience devait-il être interprété ? Devions-nous supposer que les survivants, dans un cas comme dans l'autre, étaient ceux qui, par chance, avaient été contaminés moins fortement, et que, par conséquent, la résistance des Melons des cultivateurs de Carpentras n'était que partielle ? Devions-nous au contraire penser que dans les deux cas les individus survivants étaient de nature différente de ceux qui avaient succombé ?

Seule, l'autofécondation des plantes survivantes et l'étude de leurs descendances pouvait nous permettre de choisir entre les deux hypothèses. On verra par ce qui suit que la deuxième était la bonne, puisque nous avons pu obtenir des familles comprenant 100 p. 100 de plantes résistantes à *F. oxysporum f.* sp. *melonis*.

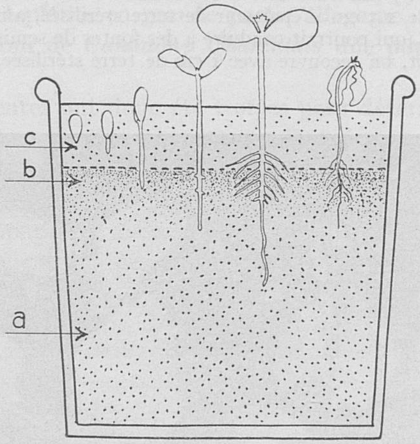


FIG. 2. — *Deuxième méthode d'inoculation.*
a = terre stérilisée ;
b = inoculum.
c = deuxième couche de terre stérilisée.

II. — MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

Nous avons employé pour la plupart de nos essais de résistance une méthode inspirée de celle de MORTENSEN (1959), reposant sur la crainte exprimée par cet auteur de faire périr les plantes résistantes si elles sont inoculées trop jeunes. Des essais ultérieurs nous ont montré que la forme de résistance que nous avions en mains était susceptible de se manifester à un stade précoce, ce qui nous a permis de mettre au point une deuxième méthode beaucoup moins encombrante.

a) Première méthode d'inoculation.

Les graines de Melon sont semées dans des pots de 6 cm, en terre stérilisée. Quand les jeunes plantes montrent deux feuilles, on les transplante, avec la motte, dans des pots de 10 cm ou des bacs de 15 cm de profondeur contenant de la terre contaminée.

Celle-ci est préparée de la façon suivante : on cultive le *Fusarium* dans des fioles contenant un mélange en parties égales de son de blé et de vermiculite, humecté avec une solution nutritive [1].

Au bout de 10 jours, le *Fusarium* ayant envahi les fioles, on retire cet inoculum, qu'on homogénéise par passage sur un tamis, et qu'on peut d'ailleurs sécher et conserver plusieurs mois.

La terre contaminée est constituée par un mélange de 9 parties de terre stérilisée et d'une partie d'inoculum ; elle peut aussi être préparée sans inconvénient plusieurs mois à l'avance.

Les Melons sensibles repiqués en terre contaminée commencent au bout de huit à dix jours à jaunir et à exhaler une odeur de violette. Ils sont morts au bout de quinze à vingt jours (fig. 1). Cette méthode est employée à la serre, de préférence en hiver, quand la température de l'air est comprise entre 15° et 25°.

(1) Cette solution comprend, pour 1 litre de solution de Knop : 20 g de saccharose, 5 g d'extrait de solution de malt cristallisé, 1 g d'acide citrique.

b) Deuxième méthode.

Cette méthode a l'avantage d'un plus faible encombrement. On se sert de pots de verre de 750 cm³. On les remplit aux trois quarts de terre stérilisée, on les humecte à saturation avec une suspension de mycélium et de spores de *Fusarium* obtenue en passant au mixer la gélose de tubes de culture bien développés (1) (un tube sert à contaminer deux pots). On recouvre la terre ainsi contaminée d'une couche de 1,5 cm d'épaisseur de terre stérilisée, afin d'éviter le contact direct des graines avec l'inoculum (qui pourrait conduire à des fontes de semis non spécifiques). On place 10 graines de Melon par pot, on recouvre avec 1 cm de terre stérilisée, on arrose quelque peu par dessus (fig. 2).

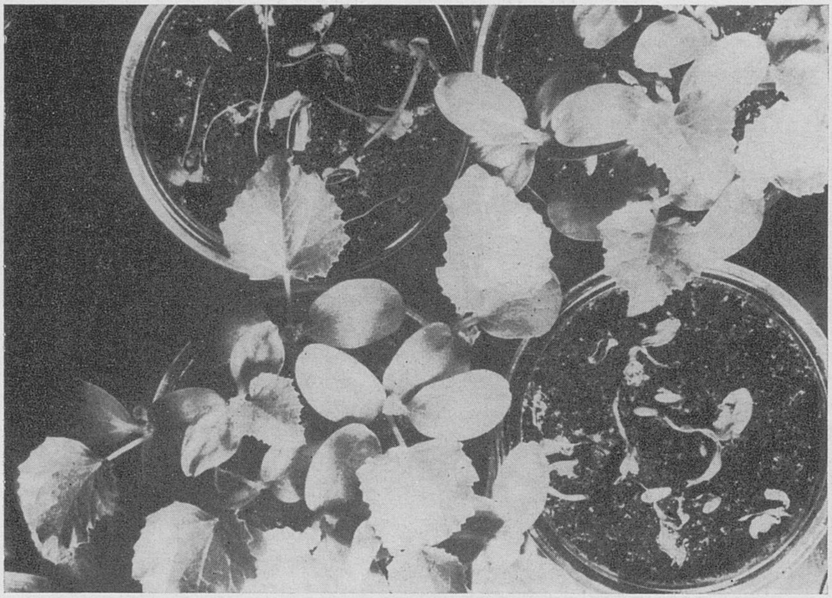


FIG. 3. — *Deuxième méthode d'inoculation. Symptômes comparés d'une descendance 1r entièrement résistante et d'un lot de* Cantaloup Charentais *entièrement sensible*

Les pots ainsi préparés sont placés dans une chambre thermostatée à 20°. La levée est très régulière, sans fonte de semis. Au bout de huit à dix jours, alors que les plantules montrent 2 cotylédons épanouis, on observe le jaunissement des plantules sensibles, puis au bout de douze à quinze jours, leur mort (fig. 3).

c) Souches utilisées

Pour ces inoculations, nous utilisons toujours un mélange de six souches virulentes de *Fusarium oxysporum f.* sp. *melonis* choisies dans une collection de quinze souches provenant soit des isolements réalisés en Provence, soit des mycothèques de MM. LOUVET et LANSADE. Un essai d'inoculation comparée de *Cantaloup Charentais* et de la population résistante de Carpentras avec les quinze souches prises isolément nous avait préalablement montré qu'il ne semblait exister pour le moment qu'une seule race physiologique de *F. oxysporum f.* sp. *melonis* (2).

(1) Nous utilisons la gélose-farine d'avoine (50 g de farine et 15 g de gélose pour 1 litre de milieu).

(2) En particulier les souches provenant des quelques plantes atteintes de fusariose vasculaire dans les parcelles plantées avec la population résistante ne montrent pas sur celle-ci une virulence particulière. Les plantes attaquées sont donc uniquement les plantes sensibles que renferme cette population.

III. — RÉSULTATS

A. — Pourcentage de plantes résistantes dans des lots de diverses origines

Le Melon étant une plante en grande partie allogame, chaque marchand grainier présente sous le nom de *Cantaloup Charentais* une population plus ou moins homogène.

Dix origines différentes ont donc été testées pour déterminer leur pourcentage de plantes résistantes. Les résultats de ce test effectué en avril 1961, sont reportés dans le tableau 1.

Les plantes ainsi résistantes au *F. oxysporum* ont été, après bouturage, mises en plein champ en comparaison avec les lots de départ. Nous avons pu voir ainsi qu'elles ne se différenciaient pas des plantes sensibles par d'autres caractères morphologiques ou agronomiques.

TABLEAU I

Pourcentage de plantes résistantes au F. oxysporum *dans divers lots de Cantaloup Charentais*

Origine	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nombre de plantes sensibles	34	39	13	22	26	30	12	34	29	40
Nombre de plantes résistantes	4	0	20	15	7	1	20	1	4	0
Effectif testé	38	39	33	37	33	31	32	35	33	40
% de plantes résistantes	11	0	61	41	21	3	62	3	12	0

Test réalisé en avril 1961. Première méthode d'inoculation.

B. — Premières études de l'hérédité de la résistance

1. *Étude des autofécondations*

Comme nous l'avons déjà écrit dans l'introduction, notre premier soin a été d'autoféconder les plantes résistantes du premier lot de Melons Charentais testé, afin de vérifier qu'il s'agissait bien là d'une résistance d'ordre génétique et non d'une non-sensibilité occasionnelle due à une mauvaise répartition de l'inoculum dans la terre contaminée.

Les trois descendances d'autofécondation testées en décembre 1960 se répartissaient ainsi :

— 2 descendances entièrement résistantes.

— 1 descendance en disjonction (3/4 des plantes résistantes, 1/4 des plantes sensibles).

Les résultats s'expliquent parfaitement si on admet que les plantes résistantes au *Fusarium* portent à l'état homozygote ou hétérozygote un gène dominant R.

Signalons que le test des autofécondations de plantes résistantes des variétés locales nous a donné des résultats analogues.

2. *Étude de* F_1 *entre plantes résistantes et plantes sensibles*

Trois variétés américaines *PMR* 5, *PMR* 6, et *PMR* 450 utilisées comme géniteurs de résistance à l'Oïdium se sont montrées entièrement sensibles au *Fusarium* dans les tests faits en 1960.

Des hybrides F_1 entre chacune de ces variétés et des plantes de Charentais résistantes au *Fusarium*, se sont montrés entièrement résistants dans des tests effectués en mars-avril 1961 (effectif testé : 15 plantes de chaque F_1).

Les hybrides F_1 entre plantes résistantes des variétés locales et plantes sensibles des variétés américaines se sont montrés également résistants dans les mêmes conditions.

3. *Étude des* F_2 *entre plantes résistantes et plantes sensibles*

Les descendances F_2 des croisements précédents ont été également testées. Le tableau 2 présente la répartition des plantes sensibles et résistantes dans un certain nombres de ces F_2, lors de tests réalisés en mai 1961.

TABLEAU 2

Effectifs comparés des plantes résistantes et sensibles dans diverses F_2.

Croisements	Nombre de plantes résistantes	Nombre de plantes sensibles	Total	χ^2
(pl A × PMR 5 pl 2) F_1 pl Y	39	9	48	1,00
(pl B × PMR 6 pl 5) F_1 pl L	34	11	45	0,01
(pl B × PMR 6 pl 5) F_1 pl J	18	6	24	0,00
(pl C × PMR 6 pl 1) F_1 pl D	37	12	49	0,01
(pl D × PMR 450 pl 5) F_1 pl O	19	8	27	0,31
(pl E × PMR 450 pl 1) F_1 pl C.................	28	4	32	2,67
Effectifs totaux..........	175	50	225	

La valeur de χ^2 correspondant à la probabilité de 5 p. 100 est égale à 3,84.
Test réalisé en mai 1961 (première méthode d'inoculation)

Les plantes parentes A, B, C, D, E, sont des plantes testées homozygotes résistantes au *Fusarium*. Elles ont été croisées avec des plantes des variétés *PMR* 5, *PMR* 6 et *PMR* 450, variétés résistantes à l'Oïdium mais sensibles au *Fusarium*. Les variétés de Melons n'étant pas des lignées pures, on a analysé séparément des F_2 correspondant à différentes plantes F_1 d'un même croisement.

La disjonction observée s'ajuste bien à la disjonction 3/4 1/4 attendue dans l'hypothèse d'un seul gène dominant.

IV. — DISCUSSION ET CONCLUSION

L'étude des autofécondations de plantes résistantes ainsi que celle des croisements entre plantes résistantes et sensibles, permettent d'attribuer à un seul gène dominant la résistance au *Fusarium oxysporum* rencontrée chez des plantes de la

variété de Melon *Cantaloup Charentais* ou de variétés locales du Sud-Est. Ce gène est présent à une fréquence plus ou moins grande dans les diverses populations de la variété de Melon « *Cantaloup Charentais* » cultivée en France.

Ce résultat est en accord avec les travaux de l'américain MORTENSEN montrant l'existence d'un gène majeur R conférant la résistance au *Fusarium*. Il serait nécessaire de croiser les plantes résistantes trouvées dans les variétés françaises avec les plantes résistantes des variétés américaines pour vérifier qu'il s'agit là du même gène. Cet auteur admet également l'existence de 2 gènes complémentaires A et B conférant la résistance aux plantes qui les portent. Nous ne les avons pas mis en évidence jusqu'ici, dans les variétés françaises, toutefois, nous avons pu voir qu'il existait probablement des gènes modificateurs car dans les croisements entre plantes résistantes et la variété *PMR* 450, les plantes sensibles mouraient beaucoup plus lentement que dans les croisements avec les variétés *PMR* 5 ou *PMR* 6.

Étant donné la fréquence relativement élevée du gène dominant de résistance dans certaines populations de Charentais, il doit être facile d'obtenir des plantes homozygotes résistantes pouvant servir de base aux multiplications successives, en choisissant les plantes résistantes et en testant leur descendance d'autofécondation. Ceci devrait permettre de mettre rapidement à la disposition des cultivateurs français, des populations de Melons *Cantaloup Charentais* entièrement résistantes au *F. oxysporum.*

Il est évident que les plantes sélectionnées pour cette forme bien spécialisée de Fusarium qu'est le *F. oxysporum f.* sp. *melonis*, ne le seront pas pour autant aux autres causes de dépérissement, tel le *Verticillium* ou les pourritures de base de tiges dues à des Fusarium non spécialisés comme les *F. roseum* var. *culmorum* et *equiseti* surtout graves en sol trop humide.

C'est ainsi que nous avions placé chez un cultivateur de Cavaillon, ayant des terres dites « très fatiguées » où aucune culture de Charentais ne voulait réussir, des lots de 14 plantes (2 répétitions de 7) de diverses I_1 et F_1 résistantes au *F. oxysporum* en comparaison avec un lot commercial de Melons Charentais comprenant environ 95 p. 100 de plantes sensibles et avec la variété des cultivateurs dite « Melons Voraces » réputée résistante à pratiquement tous les flétrissements. La mise en place se fit le 5 avril ; six semaines plus tard, le lot de Charentais n'existait pratiquement plus, le lot de « Voraces » était en bon état sanitaire, alors que certaines plantes des I_1 et F_1 présentaient quelques symptômes de flétrissement sans gommose. Des isolements faits sur ces plantes montraient principalement la présence de *Verticillium alboatrum*, jamais celle de *F. oxysporum.*

En conclusion, nous pouvons dire que les tests de sensibilité au *F. oxysporum f.* sp. *melonis* sont maintenant bien au point, que nous pouvons espérer disposer très bientôt de lots de Melon *Cantaloup Charentais* entièrement résistant à ce parasite, mais que des études complémentaires doivent être entreprises pour la résistance aux autres causes de flétrissement.

Reçu pour publication en décembre 1961.

SUMMARY

STUDY OF PLANTS RESISTANT TO FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. MELONIS IN THE CANTALOUP CHARENTAIS MELON VARIETY

Two methods for testing resistance of muskmelon to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* are described :

1° transplanting young plants in artificially contaminated soils.

2° Direct sowing in a layer of sterilized soil, placed above the contaminated soil.

With the two methods the susceptible plants show yellowing and wilt about ten days after contamination.

A number of such tests allowed to observe in commercial seed-samples of the *Cantaloup Charentais* type a variable percentage of resistant plants.

The study of the progenies obtained after selfing resistant plants, and from crosses between resistant and susceptible ones lead to the conclusion that this resistance is monogenic dominant.

ZUSAMMENFASSUNG.

Es werden zwei Methoden zwecks Prüfung der Widerstandsfähigkeit von Melonenpflanzen (*Cucumis melo* L.) gegenüber *Fusarium oxysporum f. sp. melonis* benützt :

1° Umpflanzen der Setzlinge in verseuchte Erde.

2° Einsäen in dünne, verseuchte Erde überlagernde sterilisierte Erdschicht.

In beiden Fällen vergilben die empfindlichen Pflanzen und welken nach etwa 10 Tagen.

Eine Serie von Prüfungen dieser Art erlaubte uns in einem Sortiment *Cantaloup Charentais* einen verschiedentlichen Prozentsatz widerstandsfähiger Pflanzen zu beobachten.

Die Untersuchung der aus Selbstbefruchtung und Kreuzung zwischen resistenten und anfälligen Pflanzen hervorgegangenen Nachkommen ermöglicht es, einem einzigen dominanten Gen die beobachtete Widerstandsfähigkeit zuzuschreiben.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LANSADE (Communication personnelle).

LOUVET J., LEMAITRE C., 1961. L'utilisation de Melons greffés pour lutter contre la fusariose. *Rev. Hort.* n° 2239, 8-10.

MORTENSEN J. A., 1959. The inheritance of Fusarium resistance in muskmelon. *Diss. Abstr.*, **19**, 2209.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (2), 165-170.

INFORMATIONS

NOUVELLES VARIÉTÉS DE CÉRÉALES DE PRINTEMPS (1962)

BLÉ — ORGE — AVOINE

M. SIMON

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise).

La Section « Céréales » du Comité technique permanent de la Sélection s'est réunie le 23 janvier 1962 et a proposé l'inscription de huit nouvelles variétés de printemps au Catalogue des Espèces et Variétés de grande culture.

Deux blés :

Aronde	co-obtenteurs	: HEINE-DESPREZ, Allemagne-France
	géniteurs	: (*Thatcher* × *Teutonen*) × *Koga*
Rex	obtenteur	: VILMORIN, France
	géniteurs	: *Vilmorin 29* × *Thatcher*

Quatre orges :

Amsel	co-obtenteurs	: HEINE-DESPREZ, Allemagne-France
	géniteurs	: [(*Lyallpur* × *Maja*) × *Heine's Haisa*] × *Heine's Pirol*
Astrid	obtenteur	: LEPEUPLE, France
	géniteurs	: *Arwe* × *Kénia*
Cérès	obtenteur	: I. N. R. A., France
	géniteurs	: (*Bordia* × *Kénia*) × *Piroline*
Delta	obtenteur	: CENTRAAL-BUREAU, Hollande ; représentant en France : LAFITE
	géniteurs	: *Kénia* × 28-6/37-11

Quatre avoines :

Blanchette	obtenteur	: TOURNEUR, France
	géniteurs	: (*Von Lockow* × *Noire hâtive inversable*) × *Nappe d'Argent*
Caravelle	obtenteur	: PICHOT, France
	géniteurs	: *Noire de Monyencourt* × [(*D69* x *Bond*) × *CI3663*]

Phœnix	co-obtenteurs	: HEIDENREICH-BELLOY, Allemagne-France
	géniteurs	: croisement inconnu avec *Carten's VII*
Vigor	obtenteur	: Station de Recherches de l'État pour l'Amélioration de grande
		: culture de Gembloux, Belgique ; représentant en France :
		: Éts DESPREZ
	géniteurs	: *Espoir de Gembloux* x *Blanche rigide de Gembloux.*

Le comportement de ces nouvelles variétés, dans les essais entrepris par l'Institut national de la Recherche agronomique au cours des années 1960-1961, se trouve résumé dans trois tableaux : tableau blé, tableau orge, tableau avoine.

Blé de printemps

Comparés à *Fylgia,* blé de printemps le plus cultivé en France, *Rex et Aronde* se montrent très intéressants ; ils sont plus productifs, leur valeur boulangère est très nettement plus élevée, leur résistance à la rouille noire est supérieure.

Physiologiquement ces deux blés sont très différents l'un de l'autre.

Rex est un blé précoce à tallage moyen, à paille courte, raide. Ses épis sont courts et constitués d'épillets assez fertiles. Toutes ces caractéristiques lui donnent l'apparence d'un blé d'hiver. Il paraît assez exigeant.

Aronde, à l'opposé, a un tallage très important, ce qui est lié à la longue durée de la phase de tallage. Par contre, sa montée est relativement rapide. Ses épis sont lâches et portés par des tiges fines extrêmement souples qui rappellent celles de l'orge de printemps.

Le comportement cultural de ces deux blés apparaîtra très certainement différent selon les régions et les années.

Orge de printemps

A la lecture de ce tableau récapitulatif, on peut légitimement penser que la sélection de l'orge de printemps est sur le point de franchir un nouveau palier. Trois parmi les quatre nouvelles variétés admises au catalogue, *Cérès, Delta* et *Astrid,* se montrent plus résistantes à la verse que *Rika,* une des meilleures variétés actuelles.

Cette résistance s'accompagne pour les deux premières nouveautés citées, d'une productivité égale ou supérieure à celle du témoin ; *Cérès,* assez résistante à l'oïdium, est, d'après les premiers résultats, la plus productive alors que sa valeur brassicole moyenne est un peu inférieure à celle de *Delta.*

Les rendements d'*Astrid* sont moins bons. Sa très grande précocité joue un rôle, semble-t-il, plus souvent néfaste que favorable à l'extériorisation de sa productivité, en limitant l'intensité de son tallage. Sa valeur brassicole est très moyenne.

Amsel, quatrième variété inscrite est très résistante aux biotypes d'oïdium existant actuellement en France. Ses rendements sont moyens, sa valeur brassicole est bonne et comme la plupart des orges de qualité, elle est relativement sensible à la verse.

Avoine de printemps

Caravelle, issue d'un croisement entre une avoine productive, *Noire de Monyencourt* et un géniteur de résistance aux maladies possède effectivement une résistance remarquable à la rouille couronnée, au charbon et une résistance partielle à l'oïdium. L'expérimentation conduite ces deux dernières années, ne nous permet pas encore de préciser sa productivité. Sa précocité est sensiblement la même que celle de *Noire de Monyencourt* ; la finesse de son grain est assez moyenne.

Blé de Printemps

	Caractéristiques morphologiques			Productivité	Facteurs de régularité du rendement							Qualité
Nom et Obtenteur	Couleur de l'épi	Couleur du grain	Hauteur de la paille	Rendement semis mars-avril	Résistance à la verse	Résistance au froid	Précocité d'épiaison	Résistance à la rouille noire	Résistance à la rouille jaune	Résistance à la rouille brune	Résistance au charbon race V27	W
Aronde HEINE-DESPREZ	blanc	roux	courte à moyenne	supérieur à *Fylgia*	de l'ordre de *Fylgia*	sensible à très sensible	demi-précoce à demi-tardif	assez résistant	peu sensible	peu sensible à assez sensible	peu sensible	bonne 160 % de *Fylgia*
Rex VILMORIN	blanc	roux	courte à très courte	légèrement supérieur à *Fylgia*	nettement supérieur à *Fylgia*	très sensible	précoce	peu sensible à assez sensible	peu sensible	sensible à assez sensible	résistant	très bonne 220 % de *Fylgia*

Orge de printemps

	Caractéristiques morphologiques			Productivité	Facteurs de régularité du rendement					Qualité
Nom et obtenteur	Type d'orge	Type de grain	Hauteur de la paille	Rendement semis de mars	Résistance à la verse	Précocité d'épiaison	Résistance à l'oïdium	Résistance à la rouille naine	Résistance au charbon	(extrait)
Amsel HEINE - DESPREZ	2 rangs	A	courte	inférieure à *Rika*	intermédiaire entre *Aurore* et *Rika*	demi-tardive demi-précoce	très résistante	sensible	sensible	bonne de l'ordre d'*Aurore*
Astrid LEPEUPLE ..	2 rangs	B	courte à très courte	nettement inférieure (*Rika*)	supérieure à *Rika*	très précoce	très sensible	sensible	sensible	moyenne à très moyenne
Ceres I. N. R. A....	2 rangs	A	courte	supérieure à *Rika*	supérieure à *Rika*	demi-tardive	assez résistante	sensible	sensible	moyenne de l'ordre de *Rika*
Delta CENTRAAL BUREAU	2 rangs	A ou AB faible	courte à très courte	équivalente à *Rika*	supérieure à *Rika*	demi-tardive demi-précoce	assez sensible	assez sensible	sensible	moyenne de l'ordre de *Rika* ou légèrement supérieure

Avoine de printemps

	Caractéristiques morphologiques		Productivité	Facteurs de régularité du rendement					Qualité
Nom et Obtenteur	Couleur du grain	Hauteur de la paille	Rendement	Résistance à la verse	Précocité d'épiaison	Résistance à la rouille couronnée	Résistance à l'oïdium	Résistance au charbon	Finesse des enveloppes
Caravelle PICHOT	noir	courte à moyenne	irrégulier (à préciser)	assez bonne	précoce demi-précoce	résistante	peu sensible	résistante	moyenne à assez bonne
Blanchette TOURNEUR	blanc	courte	équivalent ou légèrement inf. à *Flamande*	bonne à très bonne	très tardive	très sensible	sensible à assez sensible	peu sensible	assez bonne ou bonne (à préciser)
Phœnix HEIDENREICH-BELLOY	jaune	courte	de l'ordre de *Flamande* ou supérieur	bonne	demi-précoce	très sensible	sensible	assez sensible à peu sensible	moyenne à assez bonne
Vigor Institut de Gembloux	blanc	courte à moyenne	de l'ordre de *Flamande* ou légèrement sup.	bonne	demi-tardive	très sensible	sensible à très sensible	peu sensible	moyenne

Commercialisée depuis plusieurs années à l'étranger, *Phœnix* semble bien se comporter en France. Ses rendements sont égaux ou supérieurs à ceux de *Flamande,* considérée comme une de nos meilleures variétés d'avoine blanche. *Phœnix* est demi-précoce et comme la grande majorité des variétés d'origine nordique, elle est sensible ou très sensible à la rouille couronnée et à l'oïdium. La finesse de son grain est moyenne.

Vigor, sélectionnée en Belgique a donné de bons rendements dans la moitié nord de la France. Sa grosse paille, légèrement plus courte que celle de *Flamande* résiste bien à la verse. *Vigor* est sensible à très sensible à la rouille couronnée et à l'oïdium. Son grain est assez grossier.

Blanchette est une avoine à paille courte, résistante à la verse. Ses rendements sont comparables ou légèrement inférieurs à ceux de *Flamande.* Très tardive, elle est sensible à l'oïdium et à la rouille couronnée ; la qualité de son grain reste à préciser.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (2), 171-174.

CHRONIQUE DES LIVRES

COFFMAN F. A., édit. — OATS AND OAT IMPROVEMENT. — Madison (Wis.), American Society of Agronomy, 1961, 650 p.

Cette monographie, publiée sous la direction de F. A. COFFMAN, est l'œuvre de 14 spécialistes des États-Unis. Elle n'a d'équivalent que la section « Avoine » de « Handbuch der Pflanzenzüchtung » (Paul Parey, 1959), rédigée par le même COFFMAN et J. Mac KEY, de Svalöf. Mais la section « Avoine » comporte seulement une centaine de pages, et par ailleurs les développements sur la culture et la production de l'Avoine sont très importants dans le présent ouvrage.

F. A. COFFMAN a écrit, seul ou en collaboration, les chapitres sur l'Avoine dans le monde, sur ses origines et son histoire en Amérique du Nord. sur l'effet des conditions de milieu, sur la sélection et sur la génétique de la résistance aux maladies. A. C. MURPHY a contribué aux deux derniers chapitres cités, et avec M. D. SIMONS à la description des maladies. T. R. STANTON signe le chapitre de Classification, O. T. BONNETT celui de Morphologie, W. H. CHAPMAN et H. L. SHANDS celui de Culture et production, J. K. FREY et R. M. CALDWELL celui des Techniquesde sélection et d'infection... Aucun domaine n'a été négligé et, de l'archéologie au commerce, plus de 1 500 références bibliographiques montrent l'ampleur de la documentation utilisée.

La coordination de cette importante équipe laisse cependant un peu à désirer. L'uniformité des conceptions reflète surtout, semble-t-il, la communauté des sources d'information, essentiellement nord-américaines. Il arrive même que COFFMAN (p. 29) contredise la conception d'un critère utilisé par STANTON (p. 108-109). En général, l'absence de renvoi d'un chapitre à l'autre n'est pas suppléée par l'index ou la table des matières. Par exemple, les problèmes de durée du cycle d'évolution, mentionnés par ce répertoires pour deux secteurs, sont effectivement traités en plus de dix endroits. Ce manque de synthèse entre chapitres se fait même sentir au sein de plusieurs, comme dans le très important travail de JENSEN, qui s'en tient, pour la génétique et l'hérédité, à l'énumération chronologique des résultats de recherche, quelque partiels qu'ils soient.

La richesse de ce qui serait donc plutôt une succession de Monographies n'en défie que mieux tout inventaire.

Le chapitre sur la culture et la production de l'Avoine en Amérique du Nord fournit d'intéressantes précisions sur les essais de fumure, les expériences d'assolement, les critères de choix d'une variété.

Du chapitre sur les conditions climatiques et physiologiques de la croissance, l'un des moins synthétiques malheureusement, il y a lieu de retenir les démonstrations répétées de la spécificité du type hiver (vernalisation, adaptibilité aux hautes et basses températures, réponse à la durée du jour), quelque peu sous-estimée par MAX KEY (ouvr. cit.). On ne trouvera pas la remarquable synthèse de celui-ci sur le conditionnement du rendement ; on appréciera, par contre, l'exposé des résultats du labeur inlassable de l'agronomie américaine dans la lutte contre les maladies. La sélection, la génétique des résistances, la phytopathologie apportent ici des enseignements qui dépassent le cadre régional. Un tableau chiffre les pertes de rendement dues aux maladies de 1948 à 1957 en Iowa. Sur 27 p. 100 de perte au total, 11 p. 100 proviennent de la rouille couronnée. La recherche des résistances précises aux races de *P. coronata* semble être un véritable rocher de Sisyphe : à l'expan-

sion des lignées dérivées de « Victoria », fait suite l'épidémie d'*Helminthosporium* (linkage partiel entre gènes de résistance à *P. coronata* et de sensibilité à *H. victoriae*) et la prédominance des races 41 et 216 virulentes pour ces lignées ; à la multiplication des dérivés de « Bond », résistants à ces races, fait suite la prédominance des races 45 et 101 qui les attaquent avec le renfort des races 7 et 7A de *P. graminis* ; au développement à peine amorcé des nouvelles lignées résistantes, fait face l'agressivité des races 264 et 290. A chaque reflux de nouvelles lignées devant une nouvelle race, la culture nord-américaine de l'Avoine a trouvé le répit nécessaire à la sélection de remplaçantes spécifiques dans la reprise de variétés à résistances moyennes, moins strictes, apparemment mieux équilibrées. Aussi l'orientation actuelle vers l'introgression des diploïdes (seuls porteurs des gènes de résistance complète aux races 264 et 290) dans les hexaploïdes sera-t-elle sans doute aussi bénéfique par les nouveaux équilibres génomiques que par les résistances précises qu'elle apportera. Cette orientation valorise les recherches de cytogénétique, dont M. G. O'MARA rend compte de façon très personnelle. On regrette l'absence de caryogramme et le caractère un peu expéditif de l'exposé sur les incertitudes de l'allopolyploïdie chez les hexaploïdes.

En résumé, tant par l'abondance de la documentation que la valeur des résultats réunis, cet ouvrage offre des bases très solides aux recherches sur l'Avoine et son amélioration.

L. D.

ANSLOW R. C. — THE SEED PRODUCTION OF SOME HERBAGE SPECIES IN TEMPERATE REGIONS. (La production de semences de quelques espèces fourragères dans les régions tempérées.) Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Hurley, Berks, 1962, Num. Publ. n° 138 p.

A la demande des agriculteurs producteurs de semences britanniques et des vulgarisateurs, l'auteur a résumé les données fondamentales publiées par des auteurs européens et nord-américains au cours des années 1933 à 1960, ayant donné lieu à des applications techniques dans le domaine de la production des semences fourragères.

Les principaux cas traités, pour ce qui est des graminées sont : les Ray-grass anglais et italiens, le Dactyle, la Fléole, la Fétuque des prés. Pour chacun d'eux, les résultats expérimentaux concernant l'établissement, la fertilisation azotée notamment, l'entretien et l'exploitation des cultures, ainsi que les problèmes posés par la récolte sont exposés.

Chez les Légumineuses, les cas du Trèfle blanc, du Trèfle violet et de la Luzerne sont traités. Aux thèmes d'étude cités précédemment, pour chacune des espèces, s'ajoutent naturellement des conditions de pollinisation et de traitements aux défoliants.

Cette revue des données positives extraites des études de base ou expérimentales entreprises surtout au cours des 15 dernières années est fort utile au niveau des vulgarisateurs.

J. Re.

WATSON S. J., NASH M. J. — THE CONSERVATION OF GRASS AND FORAGE CROPS. (La conservation de l'herbe et des fourrages). Edinburgh, Oliver and Boyd, 758 p., 1960.

Dans la conservation des fourrages, les aspects quantitatif et qualitatif sont également importants et les auteurs se sont attachés à le mettre en évidence.

Après une introduction où tous les produits conservables sont passés en revue, de l'herbe de prairie permanente au marc de pomme, ainsi que leurs variations de composition (sans oublier les vitamines, auxquelles WATSON et NASH attachent une importance peut-être exagérée), l'ouvrage se présente en trois parties traitant respectivement :

1° du séchage :

a) étude du processus en lui-même (analyse du phénomène de réduction de la quantité d'eau contenue dans la récolte ; influence sur la composition ; changements dus à la transpiration) ;

b) importance des pertes (effet de la date de coupe, de la pluie ; leurs rapports avec la composition, la valeur énergétique, pour toutes sortes de récolte ou de sous-produits) ;

c) valeur des produits séchés (étude de très nombreux échantillons, présentée sous forme de tableaux, notamment pour la valeur protéique ; appétibilité ; importance de la vitamine D ; variabilité des échantillons, ceux à faible teneur en protéines étant rares ; importance soulignée de l'évolution de la composition des fourrages avant séchage) ;

2° de l'ensilage (suivant le même plan) :

a) processus (rupture des hydrates de carbone ; nécessité de coupes à l'épiaison , comparaison détaillée des méthodes ; cas particuliers des récoltes succulentes ; recherches sur l'utilisation des mélasses) ;

b) pertes (données fournies en pourcentage de la récolte fraîche ; concordance des résultats trouvés par différents auteurs),

c) valeur (étude de la digestibilité ; influence des difficultés de conservation ; des équations permettant de prévoir la valeur d'après la composition du produit frais sont données).

3° de l'utilisation : par les vaches (durée d'adaptation à la consommation des produits conservés ; nette supériorité de l'ensilage malgré une mise en évidence difficile des différences entre produits ; problèmes posés par les ensilages aux acides minéraux ; incidence de la composition sur les productions animales, pour la croissance et l'engraissement des bovins (périodes possibles d'utilisation du maïs conservé), par les moutons, les chevaux, les porcs, les volailles (classement des aliments à base de luzerne).

La conclusion d'ensemble est que les conditions de la récolte (composition du fourrage traité) ont souvent plus d'influence que les modalités de conservation.

P. J.

MEMBERS OF THE INSTITUTE STAFF (GRASSLAND RESEARCH INSTITUTE). — RESEARCH TECHNIQUES IN USE AT THE GRASSLAND RESEARCH INSTITUTE, HURLEY. (Techniques de recherche utilisées à l'Institut de Recherches sur les Prairies, Hurley). — *Bull* n° 45, C. A. B., Hurley, Berks, 168 p. + illustrations hors texte, 1961.

Les chercheurs de la Station de Hurley présentent, dans ce volume, une densité d'informations générales et pratiques que peuvent apprécier nombre de leurs collègues aux prises avec les questions posées chaque jour par la réalisation d'un programme de recherche et d'expérimentation. L'expérience acquise par ces chercheurs les mène à considérer à la fois ces questions sous un angle très pratique et sous leur aspect « philosophique ou doctrinal », ce qui, par ailleurs, peut être très utile pour bon nombre de débutants en matière d'expérimentation fourragère au sens large du terme.

En effet, le document comporte 6 chapitres :

— Dispositifs expérimentaux et interprétation des résultats.
— Recherches sur les plantes fourragères (Physiologie — Expérimentation — Étude des prairies).
— Recherches dans le domaine de la production animale.
— Étude des relations Plante-Sol (Y compris irrigation).
— Démonstrations ou essais extérieurs.
— Équipement spécial de laboratoire et son emploi.

Pour chacun d'eux, à l'exception du dernier, réellement très spécialisé, l'on retrouve le plan général de rédaction suivant :

— considérations générales et justification des points de vue ou techniques développés ultérieurement,
— exposé et discussion des méthodes de travail,
— description des modalités de réalisation :
 — nature des résultats à enregistrer ;
 — précautions à prendre lors de leur enregistrement et de leur interprétation ;
 — description précise des appareils utilisés,
 — justification des choix effectués.

Ce document est à considérer comme un excellent guide à consulter à l'occasion de la mise en

œuvre d'un plan de travail destiné à estimer directement ou par l'intermédiaire des animaux toute production fourragère, ainsi que l'arrière effet d'une culture de ce type sur les suivantes. Il peut apporter également une aide considérable à qui doit résoudre des problèmes d'équipement au niveau d'un domaine expérimental : des plans, schémas, références d'aménagement de locaux, de parcelles, de matériel agricole ou de laboratoire, sont fournis.

J. Re.

ANDRÉ J. — L'ALIMENTATION ET LA CUISINE A ROME. Paris, Librairie C. Klincksieck, 262 p., 8 pl., 1961.

Cet ouvrage d'une érudition savante, critique et cependant simple et de bon ton, mérite à plusieurs égards d'être signalé à l'attention des lecteurs des Annales.

Les efforts du Sélectionneur sont en effet dirigés pour une grande partie vers l'amélioration de plantes destinées à l'alimentation humaine et il est parfois utile de s'interroger sur ce que mange l'homme et aussi sur ce qu'il pourrait manger. La connaissance de l'alimentation à une époque reculée nous permet de mieux saisir le développement des goûts humains et le sens selon lesquels ils évoluent. La cuisine romaine après avoir été grossière et d'une grande simplicité nous apparaîtrait comme infâme dans la complication qu'elle devait acquérir à l'époque impériale.

Mais ce qu'il est intéressant de noter, c'est la multiplicité des espèces végétales (ou animales) auxquelles les Romains ont pu faire appel pour leur alimentation.

L'information philologique et archéologique de l'A. particulièrement sûre et étendue se double d'une information botanique qu'il n'est pas facile de prendre en défaut. La lecture toujours passionnante de l'ouvrage nous ouvre de beaux aperçus sur un moment de l'histoire des principales plantes alimentaires et nous fournit sur ce sujet les éléments d'une bibliographie souvent mal connue. Le chapitre consacré aux céréales me paraît particulièrement digne de mention. Celui réservé au vin est une mise au point pertinente d'une question qui a suscité jusqu'ici de nombreux travaux auxquels le sérieux faisait trop souvent défaut.

L. L.

Le Directeur-Gérant : M. L. CAGNAC

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 16-7-1962.

Dépôt légal : 3e trimestre 1692. N° d'impression : 727.

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

vol. 12 - 1962 - n° 3

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs et de l'Institut national de la Recherche agronomique.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (3), 175-196

ÉTUDES SUR LA CROISSANCE ET LE DÉVELOPPEMENT DU DACTYLE *(DACTYLIS GLOMERATA L.)*

J. REBISCHUNG

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise)

SOMMAIRE

L'étude de la croissance et du développement de trois variétés de Dactyle, semées directement au champ à trois dates différentes s'échelonnant entre la mi-août et la mi-septembre, fut entreprise en 1956-57, 1957-58 et 1958-59.

Le nombre de feuilles des tiges principales et des trois premières talles primaires varie en fonction de la somme de températures appliquées à chacun des constituants d'une touffe. La relation existant entre des deux phénomènes est linéaire.

Les coefficients de régression exprimant l'intensité de cette relation varient, toutes choses étant égales par ailleurs :

— d'une talle à l'autre,

— d'une année à l'autre, si les plantes sont soumises à une période froide (température moyenne inférieure à 5°C) excèdant une certaine durée.

INTRODUCTION

Au cours des années 1955-1956, la multiplication de variétés sélectionnées de graminées fourragères débutait en France.

Il s'agissait de découvrir un certain nombre d'agriculteurs capables de se livrer à une telle activité. Or, la production qui leur est la mieux connue est sans doute celle des céréales d'hiver. D'autre part, la probabilité de trouver des agriculteurs suffisamment équipés n'était bonne, croyions-nous, que dans les régions de grande culture où l'utilisation de fourrages, sous produit normal d'une production de semences, n'était pas assurée.

La solution de cet ensemble de questions pouvait être la suivante : mise au point de techniques de production de semences après semis de fin d'été.

C'est pourquoi une étude de la croissance et du développement des principales espèces, semées à diverses époques et directement au champ, fut entreprise.

L'hiver 1956 détruisit le matériel mis en place en 1955, mais les essais furent repris et poursuivis en 1956-57, 1957-58 et 1958-59.

En dehors de résultats expérimentaux relatifs à la production de semences elle-même, d'autres données furent collectées et notamment sur les sujets suivants :

— rythme d'apparition des feuilles sur les tiges principales et talles de divers ordres ;
— tallage ;
— réalisation des divers stades de développement ;
— croissance des tiges.

L'analyse de ces données, en relation avec les caractéristiques de chaque saison, présente un intérêt certain car elle permet de définir, dans leurs grandes lignes, les lois de croissance et de développement du matériel étudié.

L'objet de ce mémoire est de présenter les résultats relatifs au rythme d'apparition des feuilles sur la tige principale et les trois premières talle primaires d'une touffe de Dactyle en voie d'établissement.

D'assez nombreuse études sur la croissance et le développement des graminées fourragères ont été entreprises au cours des vingt dernières années.

Dès 1942, I. H. Stuckey, aux U. S. A. s'y intéressait. Dans ce pays, Gardner, Holt, W. E. Knight, H. W. Bennett, A. A. Hanson et V. G. Sprague les ont poursuivies, la plupart du temps sur Brôme inerme, parfois sur Dactyle (A. A. Hanson notamment), enfin sur Fétuque élevée (W. C. Templeton).

L'école anglaise, au début de son activité, sous la conduite de J. P. Cooper, a étudié particulièrement les *Lolium* sp. Elle a élargi son champ d'activité en incluant au cours de la dernière décade, les Fléoles (R. H. M. Langer) les Dactyles (R. H. M. Langer et G. J. A. Ryle, puis A. R. Beddows notamment).

Il en est de même en ce qui concerne l'école néo-zélandaise, dont le principal représentant est K. J. Mitchell.

Pour être complet, il.convient d'ajouter à ces trois groupes de chercheurs, quelques agronomes russes : A. K. Fedorov, Y. Y. Metelev, S. S. Shain, T. N., Suvorova, des néerlandais : P. R. Wycherley, W. D. Margadant, et un allemand D. Bommer.

La plupart de ces auteurs se sont intéressés principalement à l'étude du développement. En annexe, ils ont réalisé parfois quelques observations sur le rythme d'apparition des feuilles et des talles, l'accroissement de longueur, de surface ou de poids des feuilles considérées individuellement ou globalement, au niveau d'une plante. Ils ont presque toujours travaillé en conditions contrôlées de température et de longueur du jour.

J. P. Cooper et ses collaborateurs ont montré que le rythme d'apparition des feuilles sur une talle est une fonction linéaire de la température, chez les *Lolium*. Ils signalent que des différences se manifestent entre populations et entre individus dans une population donnée de *Fléole* pour ce qui est du rythme de production de feuilles et de l'initiation de talles, ces deux phénomènes étant liés. Ils expriment cependant ces différences en jours.

On sait également à la suite des travaux de J. H. Stuckey et de R. H. M Langer que la longueur du jour a une influence sur la dimension, la structure des feuilles, et, chez la Fléole, sur leur rythme d'élongation. Par ailleurs, K. J. Mitchell

a démontré qu'une intensité lumineuse accrue faisait varier le rythme d'apparition des feuilles sur les talles de *Lolium* sp., toutes conditions de durée d'éclairement et de température restant par ailleurs constantes.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'absence de données concernant le Dactyle nous a amenés à étudier plus spécialement cette espèce. D'autre part, le but initial de ce travail était limité et sa conclusion devait être essentiellement pratique. En outre, une première tentative destinée à accroître la rapidité d'obtention de graines à partir de semis réalisés fin août en serre non chauffée avait échoué. C'est pourquoi les essais ultérieurs furent établis directement en champ.

Les trois variétés *Germinal, Floréal, Prairial,* ont été semées à densité normale (10 kg/ha), en lignes espacées de 0,40 m aux dates suivantes :

	1956	1957	1958
1^er^ semis	13 août	13 août	11 août
2^e^ semis	27 août	28 août	20 août
3^e^ semis	10 septembre	10 septembre	2 septembre
4^e^ semis	—	—	16 septembre

Au cours de ces trois années, les levées ont été à peu près normales, notées 7 à 13 jours après le semis, sauf pour le 4^e^ semis de 1958 (17 j) :

	1956	1957	1958
1^er^ semis	22 août	26 août	22 août
2^e^ semis	7 septembre	10 septembre	1 septembre
3^e^ semis	19 septembre	22 septembre	9 septembre
4^e^ semis	—	—	3 octobre

L'apparition des 1^re^, 2^e^ 3^e^ feuilles et des premières talles fut estimée d'après des observations directes, faites au champ ; les dates consignées correspondent au moment où 50 p. 100 des plantes environ ont atteint un stade.

Par la suite, des prélèvements ont été effectués dans les parcelles mises en place. Les plantules arrachées ont été disséquées au laboratoire, leurs caractéristiques étant enregistrées de manière précise. Chaque prélèvement comportait 10 plantes provenant d'un traitement déterminé. Les coefficients de variation sont relativement peu élevés pour ce qui est du nombre de feuilles présentes sur la tige principale d'une plante, mais le sont beaucoup plus lorsqu'il s'agit de celui que l'on enregistre sur les talles, même si l'on se limite aux talles primaires.

Ce fait est naturellement à relier avec l'étalement de la levée conditionnant par la suite les modalités de manifestation de la compétition entre plantes, sur la ligne.

Les données utilisées dans les calculs exposés ci-après sont les moyennes observées à l'occasion de chaque échantillonnage.

Au cours des études entreprises, les méristèmes des tiges principales et de certaines talles primaires des plantes analysées ont cessé de donner naissance à des initiales de feuilles à partir du moment où ils avaient atteint le stade A défini par P. JONARD, J. KOLLER et A. VINCENT, dans le cas du Blé. Il est d'ailleurs possible d'identifier ce stade ainsi que les suivants chez l'ensemble des graminées fourragères, et de les désigner, comme l'ont proposé ces auteurs, par les symboles B, C_1, C_2 (voir photographies et leurs légendes).

Les caractéristiques climatiques correspondant aux dates de prélèvements : sommes des températures planimétrées et des indices héliothermiques ont été fournis par la Station centrale de Bioclimatologie.

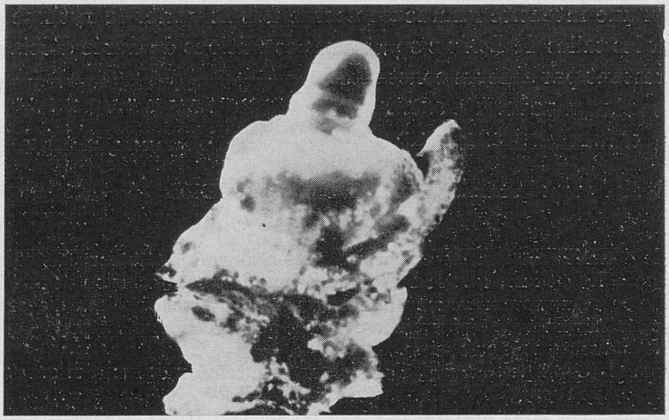


FIG. 1. — *Apex de la période végétative (Dactyle)*

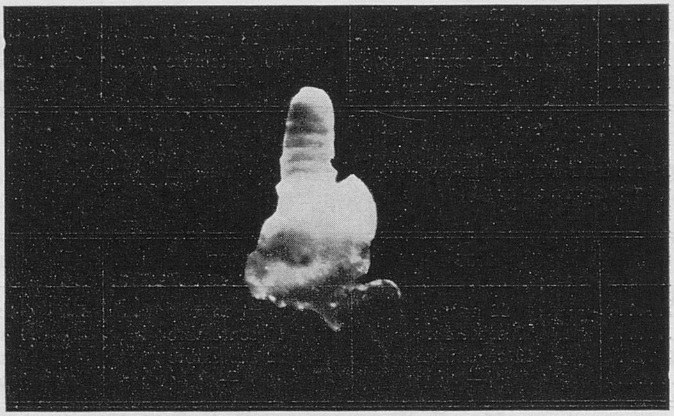


FIG. 2. — *Début du stade A - Aspect de l'apex chez le Ray-grass*

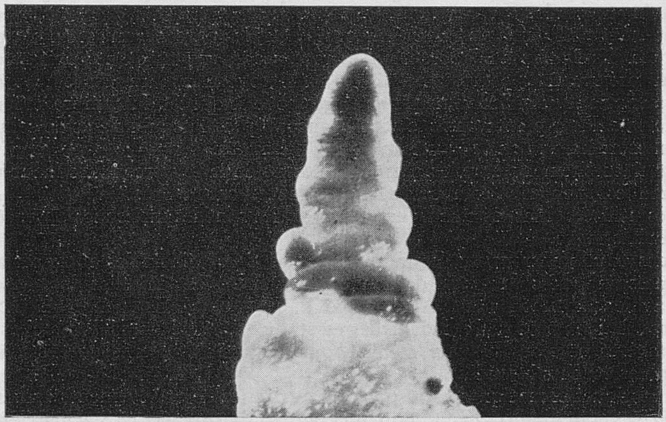


FIG. 3. — *Stade intermédiaire entre A et B (chez le Dactyle)*

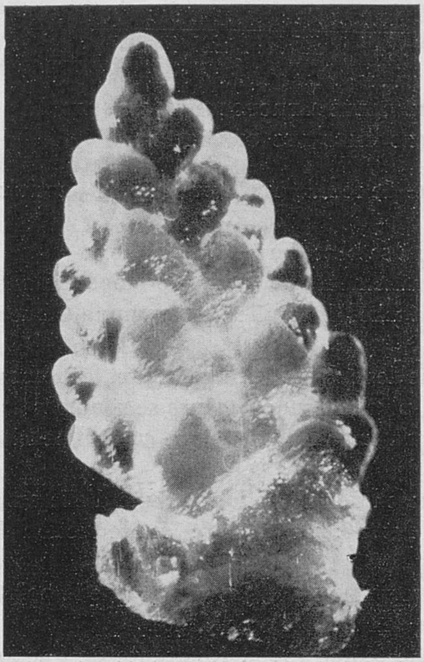


FIG. 4. — *Stade intermédiaire entre A et B plus avancé; on ne perçoit pas encore d'ébauches de glumes (Dactyle)*

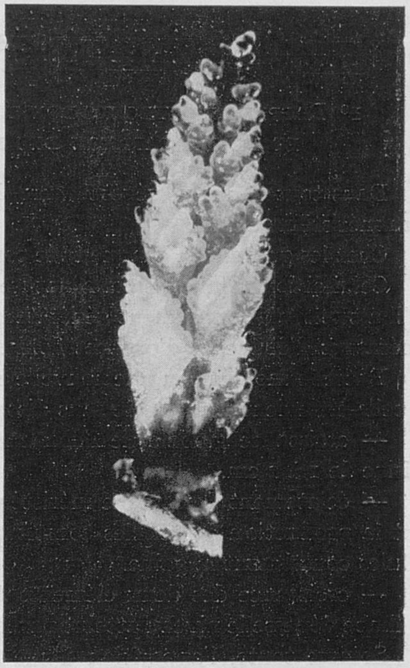


FIG. 5. — *Stade B pour l'ensemble de l'inflorescence de Dactyle. Quelques fleurs du tiers moyen de l'épi ont atteint le stade C_1*

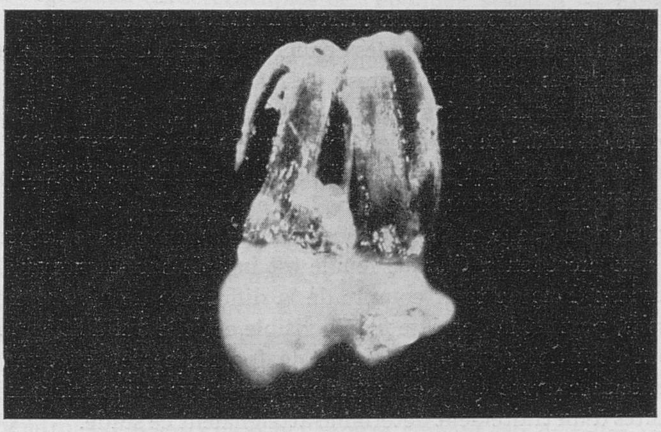


FIG. 6. — *Stade C_2 : apparition des stigmates enveloppés par les anthères*

Pour simplifier l'exposé des résultats, nous adopterons des abréviations du type suivant lorsqu'il s'agira des feuilles des tiges principales :

$G_{I/56}$: premier semis de *Germinal*, effectué en 1956 ;
$F_{II/57}$: deuxième semis de *Floréal*, effectué en 1957 ;
$P_{III/58}$: troisième semis de *Prairial*, effectué en 1958.

Lorsque nous envisagerons le cas de feuilles de talles primaires, nous spécifierons le numéro d'ordre de la talle à l'aide d'un indice supplémentaire : par exemple $G_{II\cdot 1/56}$ désignant les talles de première feuille de plantes appartenant à la variété *Germinal*, établies au second semis de 1956.

RÉSULTATS

1° Rappel de quelques données générales a propos de l'origine et de l'apparition des feuilles chez les graminées

Dans tout le règne végétal, une ébauche de feuille est le produit de l'activité d'un méristème apical.

Chez les graminées, chaque talle contient, à sa base, un tel méristème.

Celui-ci fonctionne, selon la nature des traitements photo-et thermopériodiques qu'il a subis, soit en élément générateur d'ébauches de feuilles, soit comme élément générateur d'ébauches d'organes floraux.

Entre le moment où une nouvelle ébauche de feuille est différenciée et le moment où celle-ci devient perceptible sans dissection, plusieurs phénomènes se sont passés :

— croissance globale de l'ébauche jusqu'à ce qu'elle atteigne une dimension voisine de 1 à 2 cm.

— éclatement de sa zone méristématique en deux fractions : l'une d'elle assurant la production de cellules constituant le futur limbe, l'autre la production de cellules constituant la gaine.

— croissance des deux éléments de la nouvelle feuille, jusqu'à ce que la pointe du limbe dépasse le niveau atteint par la gaine de la feuille précédente.

Somme toute, l'apparition d'une nouvelle feuille est la résultante de l'action d'une série de facteurs dont le nombre varie en fonction du stade atteint par une plante au moment où elle est observée :

A) avant la période d'élongation de la tige :

deux couples de facteurs au moins interviennent qui sont :

— les époques de différenciation des ébauches de 2 feuilles successives,

— les longueurs respectives atteintes :

par la gaine de la feuille la plus âgée ;

par la pointe du limbe de la feuille la plus jeune.

Tant que cette dernière n'est point apparue, les deux méristèmes du limbe et de la gaine participent à sa croissance dans le sens vertical.

B) à partir du moment où la tige a commencé sa croissance, un troisième facteur s'ajoute aux précédents. Chaque feuille est insérée sur un nœud déterminé de la tige. Il convient donc de tenir compte de la différence de niveau entre les deux nœuds successifs, portant la dernière feuille visible et celle qui doit apparaître.

C) en tout état de cause, l'apparition de feuilles cesse peu avant l'épiaison. Nous n'avons tenu compte que des notations enregistrées jusqu'au moment où 50 p. 100 des plantes d'un traitement déterminé atteignaient ce stade.

2. — Apparition des feuilles sur la tige principale

A) *Choix des unités de mesures climatiques*

L'observation de K. J. Mitchell à propos de l'influence de l'intensité d'éclairement sur le rythme d'apparition des feuilles sur les talles de deux types de Raygrass : S 23 et H_1 nous a conduit, en premier lieu, à utiliser comme unité de mesures

climatiques l'indice héliothermique défini par H. Geslin à l'occasion d'études réalisées sur la croissance du Blé. Cet indice K est le produit de la température moyenne journalière, t, mesurée sous abri, à 2 m par la racine carrée de la radiation globale R : $K = \sqrt{R}$

L'examen des graphiques construits en portant en abscisse les valeurs de somme de K, et en ordonnée le nombre moyen de feuilles noté aux différentes périodes de prélèvement met en évidence des phénomènes intéressants dont l'interprétation peut être faite selon deux directions.

a) pour chacune des variétés et chaque semis, il est possible de distinguer deux périodes :

Semis-stade A, pendant laquelle l'évolution du nombre de feuille en fonction des valeurs sommées de K peut être représentée par une droite de regression à fort coefficient angulaire ;

Stade A — Épiaison, pendant laquelle le même phénomène peut être représenté par une droite de régression à coefficient angulaire généralement différent et plus faible.

Les points fléchés sur les graphiques 1, 2 et 3, correspondent aux relevés faits aux époques où, pour la première fois, des stades A était détectés. Il est aisé de constater qu'ils se situent à peu près au lieu d'intersection des deux droites de régression.

On peut également remarquer que chaque variété se comporte de façon particulière et peut être distinguée d'une autre, au cours d'un année déterminée, si l'on considère les valeurs des deux coefficients de régression.

Par contre, pour une variété déterminée et des dates de semis très voisines, les coefficients de régression caractéristiques de l'époque : stade A — Épiaison varient d'une année à l'autre, différant plus ou moins de ceux de la phase précédente (graphique 4) ; ceci ne permet donc aucune prévision au-delà du stade A.

Si l'on compare le mode d'accumulation des sommes de K, au cours des 3 années on s'aperçoit qu'il existe un bon parallélisme entre ce qui s'est passé en 1956-7 et 1957-8, mais que 1958-59 diffère très sensiblement des deux autres : un palier très accusé se manifeste entre les dates de notation du 4 décembre et du 24 janvier (graphique 5).

Or, pour cette dernière année, le point de décrochement des 2 régressions correspond, dans le cas de *Germinal*, à la fois aux deux événements : apparition du stade A et début de la période climatique précédemment définie.

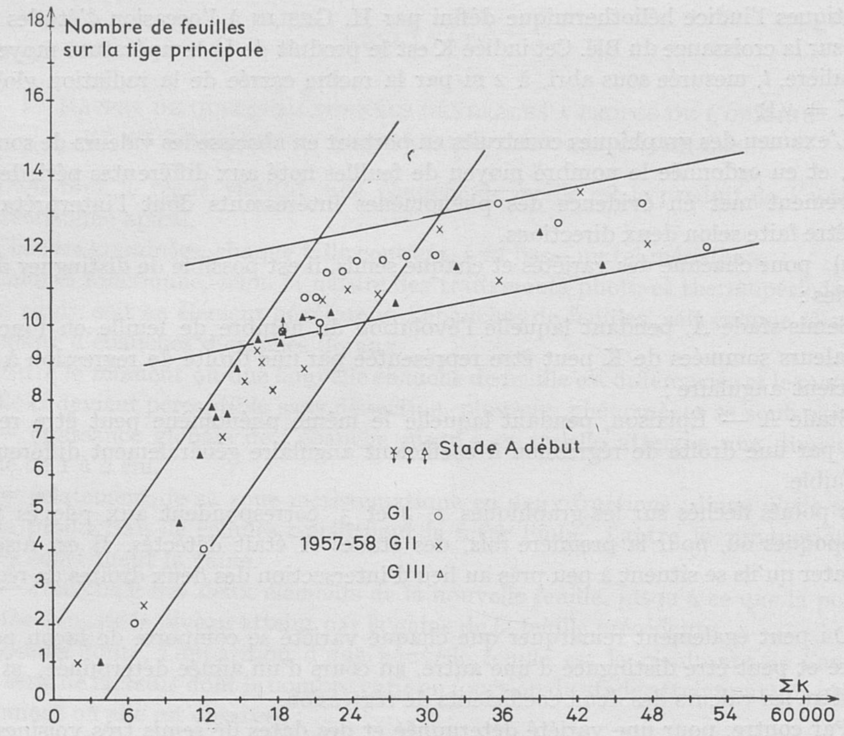
En outre, on remarque que le ralentissement du rythme d'apparition des feuilles en 1957-8, comparé à celui de 1956-7, ne se manifeste pas de façon parallèle à celui de l'accroissement des sommes de K.

Nous reviendrons d'ailleurs dans le chapitre suivant sur de telles comparaisons.

b) Les relations ainsi définies ne permettent pas de prévision soit au-delà de la phase végétative, soit pour des conditions climatiques variables.

Nous avons donc fait appel à une caractéristique climatique plus simple, qui est la somme des températures planimétrées, estimée en centaines de degrés centigrades en prenant 0° comme origine.

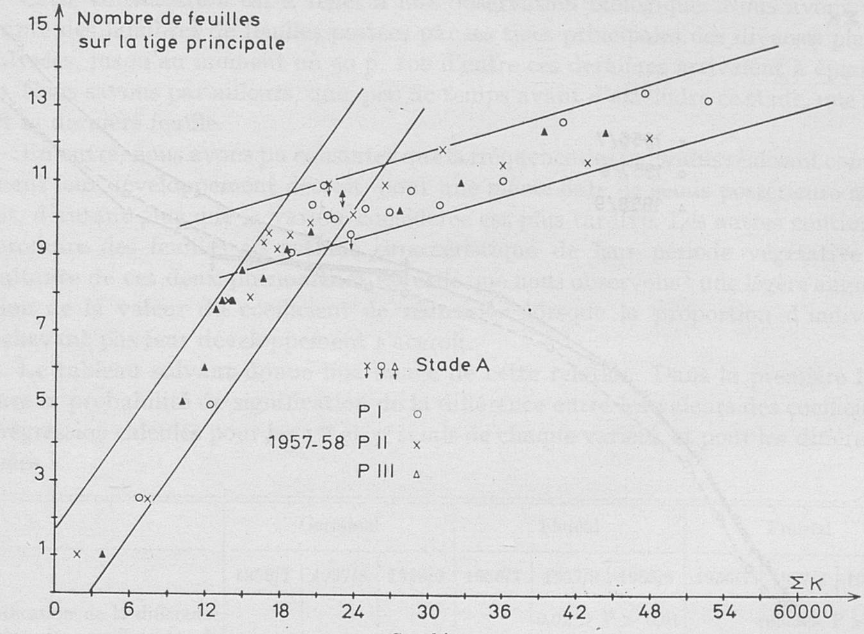
Les données d'observation recueillies, exprimées en fonction de cette autre caractéristique climatique, se situent à peu d'exceptions près sur une même droite de régression.



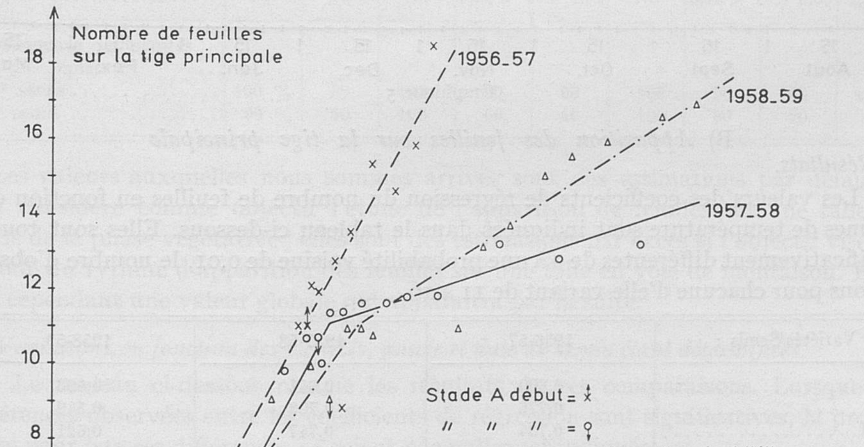
Graphique 1



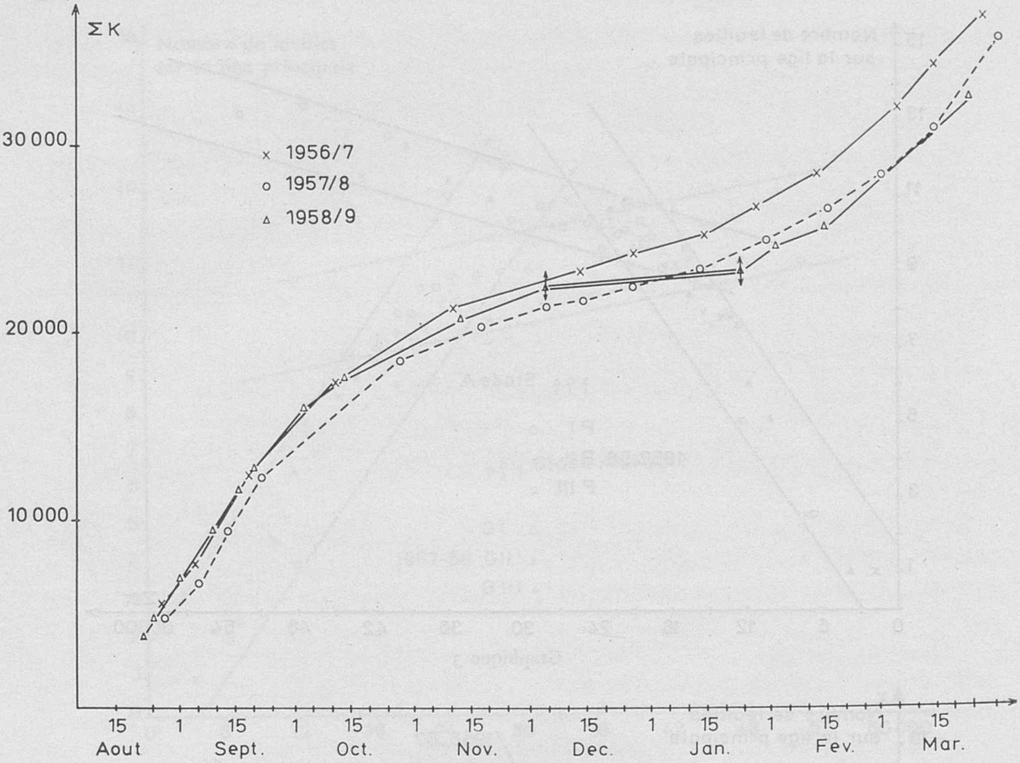
Graphique 2



Graphique 3



Graphique 4



Graphique 5

B) *Apparition des feuilles sur la tige principale*

a) *Résultats.*

Les valeurs des coefficients de régression du nombre de feuilles en fonction des sommes de température sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Elles sont toutes significativement différentes de 0 à une probabilité voisine de 0,01, le nombre d'observations pour chacune d'elle variant de 11 à 16.

Variétés/Semis :	1956-57	1957-58	1958-59
G I	0,800	0,641	0,608
G II	0,776	0,703	0,549
G III	0,734	0,747	0,621
F I	0,765	0,546	0,570
F II	0,833	0,691	0,596
F III	0,908	0,718	0,625
P I	0,708	0,507	0,457
P II	0,751	0,568	0,531
P III	0,822	0,665	0,613

Toute une série de comparaisons peuvent être tentées, à partir de ces données.

b) *Variations en fonction de la date de semis, année et variété étant déterminées.*

Remarquons en premier lieu, que, pour une même variété, exception faite de *Germinal*, les valeurs des coefficients de régression s'accroissent en même temps que la tardivité de la date de semis.

Cette constatation est à relier à une observation biologique. Nous avons tenu compte des nombres de feuilles portées par les tiges principales des diverses plantes analysées, jusqu'au moment où 50 p. 100 d'entre ces dernières arrivaient à épiaison.

Nous savons par ailleurs, que, peu de temps avant d'atteindre ce stade, une talle sort sa dernière feuille.

En outre, nous avons pu constater que la fréquence des individus réalisant complètement leur développement décroît, pour une même date de semis postérieure au 15 août, d'autant plus que la variété considérée est plus tardive. Les autres continuent à produire des feuilles au rythme caractéristique de leur période végétative. La résultante de ces deux phénomènes est celle que nous observons : une légère augmentation de la valeur du coefficient de régression lorsque la proportion d'individus n'achevant pas leur développement s'accroît.

Le tableau suivant donne une image de cette relation. Dans la première ligne figure la probabilité de signification de la différence entre les valeurs des coefficients de régression calculés pour les 1er et 3e semis de chaque variété, et pour les différentes années.

	Germinal			Floréal			Prairial		
	1956/7	1957/8	1958/9	1956/7	1957/8	1958/9	1956/7	1957/8	1958/9
Signification de la différence entre les coefficients de régression	NS	NS	NS	0,05 > P > 0,02	0,02 > P > 0,01	NS	0,10 > P > 0,05	0,05 > P > 0,02	⩽ 0,01
Fréquence des plantes épiées :									
1er semis	100 %	80	100	90	90	100	90	60	100
3e semis	90 %	40	100	60	40	100	60	20	60

Les valeurs auxquelles nous sommes arrivés sont des estimations par défaut si l'on considère comme objectif l'étude de l'apparition de feuilles sur une talle au cours de la phase végétative ; elles sont des estimations par excès si l'objectif visé est l'étude du rythme d'apparition des feuilles sur une talle en voie de montaison. Elles ont cependant une valeur globale qui apparaîtra par la suite.

c) *Variations en fonction des variétés, année et date de semis étant déterminées.*

Le tableau ci-dessous résume les résultats de ces comparaisons. Lorsque les différences observées entre les coefficients de régression sont significatives, la probabilité pour que ces différences ne soient pas nulles est indiquée.

Années	Variétés	1er semis	2e semis	3e semis
1956-57	G-F	NS	NS	P ⩽ 0,01
	G-P	NS	NS	NS
	F-P	NS	NS	NS
1957-58	G-F	NS	NS	NS
	G-P	NS	NS	NS
	F-P	NS	NS	NS
1958-59	G-F	NS	NS	NS
	G-P	0,05 > P > 0,01	NS	NS
	F-P	NS	NS	NS

Dans la majorité des cas, les différences variétales ne sont pas significatives et lorsqu'elles le sont, l'explication peut en être trouvée, comme précédemment, dans les modalités de montée.

d) *Variations en fonction des années, variétés et dates de semis étant déterminées.*

Le tableau ci-après résume les conclusions que l'on peut tirer à la suite de la comparaison des coefficients de régression calculés.

	1956/57-1957/58	1956/57-1958/59	1957/58-1958/59
GI........	NS	$P < 0{,}01$	NS
GII.......	NS	$P < 0{,}01$	NS
GIII	NS	$P \neq 0{,}02$	$P \neq 0{,}02$
FI........	$P < 0{,}01$	$P < 0{,}01$	NS
FII	$P \neq 0{,}02$	$P < 0{,}01$	NS
FIII	$P < 0{,}01$	$P < 0{,}01$	NS
PI........	$P \leqslant 0{,}01$	$P < 0{,}01$	NS
PII	$0{,}05 > P > 0{,}02$	$P < 0{,}01$	NS
PIII......	$0{,}05 > P > 0{,}02$	$P < 0{,}01$	NS

Deux constatations importantes peuvent y être faites :

— Au cours des années 1956-57 et 1958-59, les circonstances climatiques ont provoqué des modalités de croissance très différentes, pour l'ensemble des variétés, et ceci, aux diverses époques de semis.

— Les comparaisons 1956-57, 1957-8 mettent en évidence des divergences variétales de comportement, par ailleurs non apparentes : *Floréal* et *Prairial* évoluant de façon similaire mais différente de celle de *Germinal*.

Les années 1956/7 et 1958/9. — Du point de vue climatique, elles diffèrent très sensiblement :

— la fin de l'été et l'automne 1958/9 ont été beaucoup plus chauds que les époques correspondantes de 1956-7, ceci jusqu'au 10 novembre. Suit une période du 10 au 20 assez semblable pour les 2 années, à nouveau un gain de 1958/9 sur 1956/7 pendant 4 ou 5 jours, puis une inversion au profit de 1956-57 pour la fin de ce mois. Alors que les 10 premiers jours de décembre sont froids en 1958-59, ils ont une température moyenne relativement élevée en 1956-57, si bien que le retard de cette année est rattrapé à la fin de cette période. Janvier et surtout février de 58 sont plus chauds que les mois correspondants de 1959. L'accumulation des sommes de températures en 1956-57, d'août à fin février, a été plus régulièrement progressive qu'en 1958-59, où deux points d'arrêt très nets ont pu être notés : du 1er au 8 décembre, du 8 au 17 janvier tous deux se situant pendant la phase de vie végétative des Dactyles et se manifestant de façon brutale, à la suite d'une fin d'année généralement très chaude.

Si l'on examine de près les graphiques tels que (6) sur lequel sont tracées les droites de régression pour F_1 et les deux années, on s'aperçoit que les 6 premiers points d'observation pour 1958-59 s'ajustent bien à la droite 1956-57. Le décrochement ment qui, par la suite, entraîne un abaissement significatif du coefficient angulaire calculé pour 1958/9 s'amorce à partir du point 7, correspondant au relevé du 4 décembre. On remarque qu'il en est de même pour les autres semis et ceci se retrouve

chez toutes les variétés. Il convient de noter que ces points ne correspondent pas à la première manifestation du stade A, observé respectivement les 24 janvier pour le traitement F_I et le 23 mars pour F_{II} et F_{III} en 1959.

L'apparition des feuilles ne se poursuit à une cadence régulière que dans la mesure où les modalités d'apport de chaleur sont également régulières ou tout au moins tant que ces fournitures d'énergie restent supérieures à un certain seuil, ceci pour une période donnée. En effet, comme tous les hivers, celui de 1956-57 a eu des séquences de froid, mais, pour les mois de novembre et décembre, chacune d'elle n'a jamais dépassé 4 à 5 jours pendant lesquels la température journalière planimétrée s'est abaissée au-dessous de 5°C. En 1958-59, du 24 novembre au 8 décembre inclus, ce fait s'est produit et il semble bien, d'après ce qui vient d'être dit, que cette période ait eu l'effet d'un freinage déterminant dont la répercussion n'est pas simplement momentanée.

Le ralentissement induit à ces dates s'est d'ailleurs aggravé à la suite des froids de fin janvier à mi-février, période pendant laquelle la température journalière planimétrée est demeurée inférieure à 5°C (du 24 janvier au 18 février inclus) et il faut attendre le 31 mars, date à partir de laquelle la tige commence à s'allonger de façon sensible, pour que le rythme d'apparition des feuilles rattrape un cours normal.

Des études plus fines de ces phénomènes, menées en conditions contrôlées devraient être poursuivies.

Divergences de comportement entre variétés, pour les années 1956/7 *et* 1957-58. Les circonstances climatiques des deux saisons sont tout à fait comparables jusque vers la mi-novembre, tout au moins pour ce qui est des températures enregistrées. Ensuite, 1957-58 décroche sensiblement, la somme des températures planimétrées s'accroissant de façon parallèle à celle de 1956-57 mais à un niveau inférieur de 100° environ, ce retard ayant été acquis surtout entre le 30 novembre et le 7 décembre.

Ceci a relativement peu touché *Germinal*, mais beaucoup plus *Floréal* et *Prairial*.

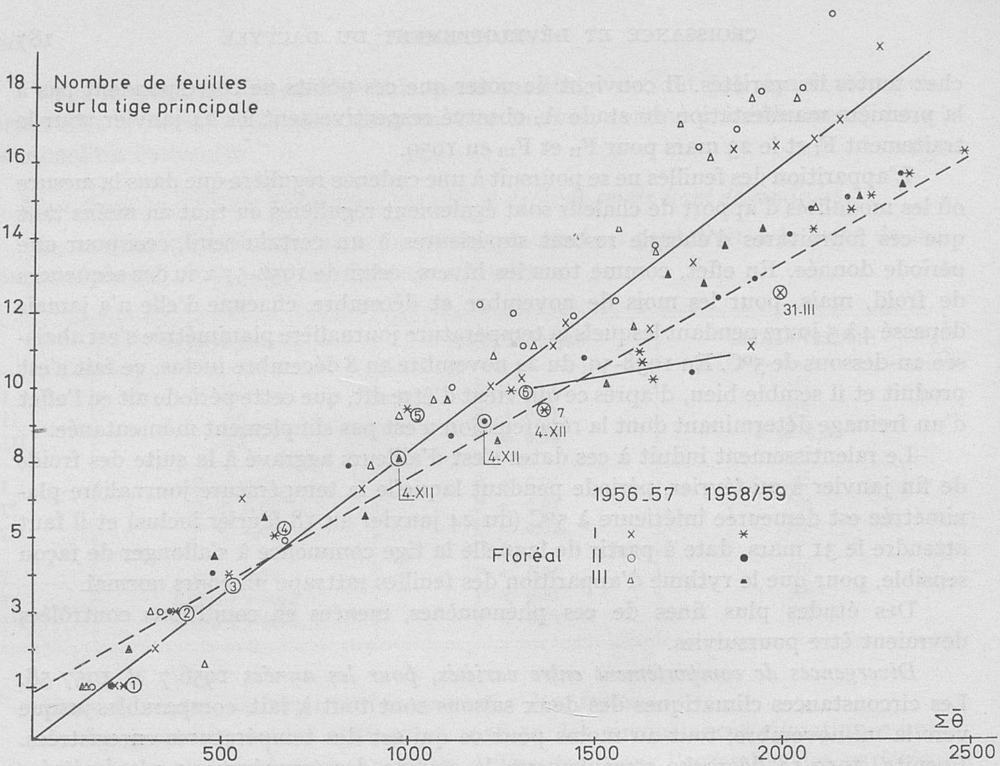
Une analyse comparable à celle qui fut faite dans le paragraphe précédent mais en prenant cette fois, comme exemple, les données relatives à *Prairial*, fait apparaître le même phénomène de rupture de rythme, postérieurement à l'époque 30 novembre-7 décembre, alors que les points antérieurs s'alignaient mieux sur la droite de régression de 1956-57 (graphique 7).

Pourquoi *Germinal* n'a-t-il pas réagi de façon similaire ? On peut émettre une hypothèse à vérifier en conditions contrôlées : cette variété précoce avait atteint un stade plus proche de A à l'époque du froid si bien que, plus tôt après cette période la correction due à l'élongation de la tige a pu intervenir.

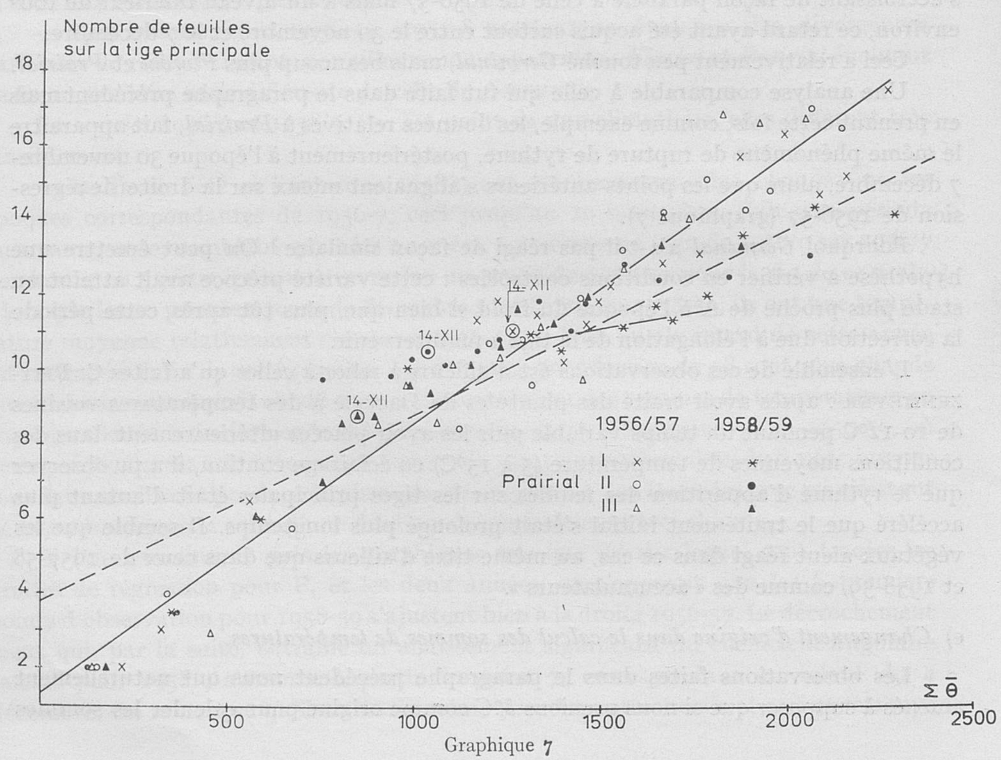
L'ensemble de ces observations est d'ailleurs à relier à celles qu'a faites C. PFITZENMEYER : après avoir traité des plantules de Dactyle à des températures voisines de 10-12°C pendant un temps variable puis les avoir placées ultérieurement dans des conditions moyennes de température (5 à 15°C) en éclairage continu, il a pu observer que le rythme d'apparition des feuilles sur les tiges principales était d'autant plus accéléré que le traitement initial s'était prolongé plus longtemps. Il semble que les végétaux aient réagi dans ce cas, au même titre d'ailleurs que dans ceux de 1957-58 et 1958-59, comme des « accumulateurs ».

e) *Changement d'origine dans le calcul des sommes de températures.*

Les observations faites dans le paragraphe précédent nous ont naturellement amenés à supposer que si nous prenions *5°C* comme origine pour calculer les sommes



Graphique 6



Graphique 7

de températures planimétrées, nous arriverions peut-être à obtenir une « meilleure représentation » du phénomène « apparition » des feuilles ; une meilleure représentation devrait se traduire par :

— une variance plus faible des coefficients de régression ainsi calculés,

— la disparition de signification lors de leur comparaison.

Ces deux éventualités ne se réalisent pas, puisque :

— sur 27 tests F de comparaison de variances affectant les coefficients de régression correspondants,

— 23 montrent qu'elles ne diffèrent pas significativement,

— 2 indiquent l'existence d'une différence significative dans un sens et deux dans l'autre.

On retrouve les mêmes niveaux de signification dans les comparaisons exposées précédemment, en particulier lorsque, toutes choses égales par ailleurs, on analyse l'effet du facteur année.

Sur le plan biologique, on peut en conclure qu'il est aussi valable de considérer les températures 0 ou 5°C comme « zéro de végétation » du dactyle, tout au moins pour ce qui se rapporte à l'apparition des feuilles sur les tiges principales.

f) *Nombre total de feuilles.*

Tout ce qui précède suggère que, selon les années au moins, le nombre total de feuilles apparues sur la tige principale des plantes d'une variété déterminée, atteignant leur complet développement, peut varier de façon sensible. Le simple raisonnement fait également penser que, pour une même année et une variété donnée évoluant complètement, le nombre de feuilles par tige diminue lorsque la date du semis devient plus tardive. En effet, il est généralement admis que la réalisation des stades A et B surtout est une réaction commandée principalement par les traitements photopériodiques. Dans les conditions naturelles, cela signifie que ces stades se manifestent à des dates déterminées, plus ou moins éloignées de celles du semis. Les méristèmes auront donc fonctionné pendant une période plus ou moins longue en tant qu'initiateurs de feuilles. Il est normal que l'on observe les résultats résumés ci-dessous lorsque l'on compare, pour une même année et une variété donnée ayant atteint le stade 50 p. 100 d'épiaison, le nombre moyen de feuilles par tige principale.

1956/7	1957/8	1958/9
GI > GII ⩾ GIII FI ⩾ FII ⩾ FIII, FI ≠ FIII PI ⩾ PIII ⩾ PII	GII ⩾ GI FII ⩾ FI PI ≠ PII	GI > GII > GIII FI ⩾ FII ⩾ FIII, FI > FIII PII ⩾ PI ⩾ PIII, PII ≠ PIII

Les anomalies apparentes telles que II > I ou III > II, qui, d'ailleurs, ne sont jamais statistiquement significatives sont à rattacher au fait que la fréquence des plantes évoluant de façon complète n'est pas la même dans tous les cas. En 1957-58, et pour le 3e semis, aucune variété n'a épié à 50 p. 100.

On retrouve d'ailleurs, en effectuant les comparaisons selon les mêmes critères que dans les paragraphes précédents, des différences à classer sensiblement dans le même ordre, et se manifestant aux mêmes niveaux.

En général, pour une variété et une époque de semis déterminées, le nombre de feuilles fournies fut supérieur en 1956/7 à ceux des deux autres années, rarement différents l'un de l'autre.

Pour une même année et des dates de semis comparables, quelques particularités variétales se manifestent. Elles ressortent des données du tableau ci-dessous.

	1er semis	2e semis	3e semis
Germinal 1956/7	18,5 ± $\sqrt{0,16}$	15,1 ± $\sqrt{0,33}$	14,4 ± $\sqrt{0,33}$
1957/8	13,3 ± $\sqrt{0,33}$	13,5 ± $\sqrt{0,22}$	—
1958/9	15,0 ± $\sqrt{0,09}$	13,8 ± $\sqrt{0,11}$	12,5 ± $\sqrt{0,05}$
Floréal 1956/7	18,1 ± $\sqrt{0,45}$	17,0 ± $\sqrt{0,27}$	16,7 ± $\sqrt{0,29}$
1957/8	14,0 ± $\sqrt{0,50}$	14,2 ± $\sqrt{0,24}$	—
1958/9	14,7 ± $\sqrt{0,09}$	14,1 ± $\sqrt{0,10}$	13,2 ± $\sqrt{0,16}$
Prairial 1956/7	16,6 ± $\sqrt{0,13}$	15,6 ± $\sqrt{1,28}$	15,7 ± $\sqrt{0,43}$
1957/8	13,2 ± $\sqrt{0,29}$	12,3 ± $\sqrt{0,22}$	—
1958/9	13,3 ± $\sqrt{0,04}$	13,6 ± $\sqrt{0,06}$	13,0 ± $\sqrt{0,06}$

3. — Apparition des feuilles sur les talles primaires

Les différents auteurs ayant abordé ce problème ont émis l'hypothèse que les talles se comportaient de la même manière que la tige principale. Cette façon de penser est tout à fait logique mais ne tient pas compte de l'existence d'une sorte de hiérarchie qui s'établit à l'intérieur d'une touffe se développant dans des conditions naturelles, la tige principale ayant toujours priorité si l'on considère le problème soit sous un angle chronologique soit sous un aspect biologique. Cette priorité se manifeste surtout lorsque les plantes sont placées dans un milieu tel qu'elles puissent accomplir leur cycle total de développement, Son mode de manifestation classique est la disparition de talles herbacées particulièrement évidente à partir du début de montaison. On peut se demander si cette priorité est conditionnée :

— par des mécanismes internes de régulation hormonale,

— par le simple fait d'une apparition plus tardive des talles d'ordre croissant qui, par là même, sont soumises à des traitements thermiques différents,

— par l'intensité de la compétition qui s'établit entre talles d'une même touffe et, simultanément, entre plantes différentes d'un peuplement.

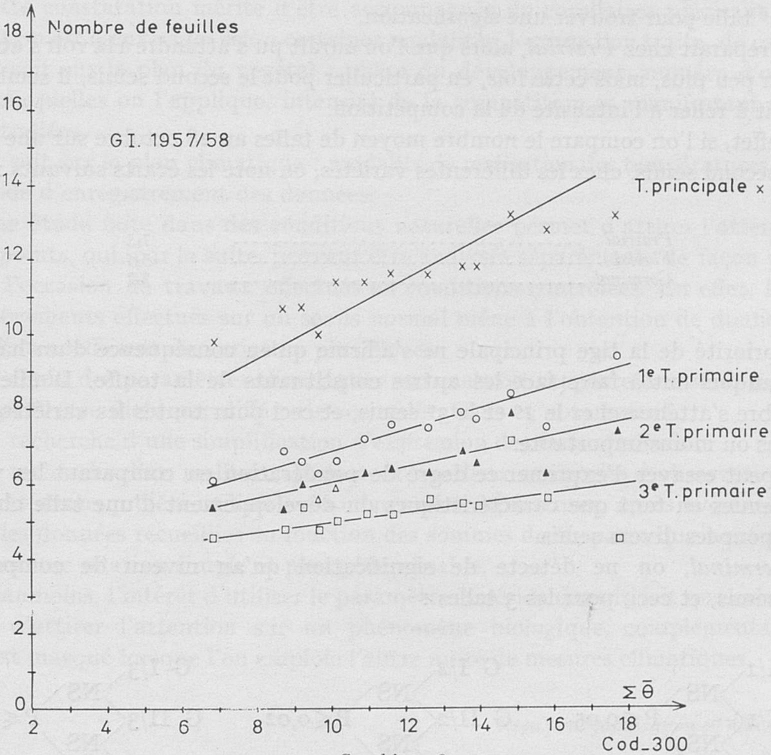
Nous avons entrepris l'étude exposée ci-après, pour l'année 1957-58, d'après les données recueillies pour les trois variétés semées aux 3 dates : 13 août, 28 août 10 septembre, et à propos des trois premières talles primaires. Nous nous sommes limités effectivement à l'analyse de celles qui risquaient d'évoluer normalement. On retrouve naturellement des différences sensibles entre :

— le nombre total de feuilles de la tige principale et des différentes talles, pour un même traitement variété-date de semis,

— le nombre total de feuilles d'une talle déterminée, chez une variété, semée à des dates différentes,

— le nombre total de feuilles d'une talle déterminée, pour une même date de semis et des variétés différentes.

	1re semis			2e semis			3e semis		
	1re talle	2e talle	3e talle	1re talle	2e talle	3e talle	1re talle	2e talle	3e talle
Germinal ..	9,4	7,4	4,5	7,9	6,3	5,4	7,3	6,5	5,5
Floréal	7,2	6,4	5,2	7,6	6,3	4,7	7,2	6,4	5,6
Prairial	8,3	7,4	5,9	6,3	5,1	4,0	6,2	5,7	3,3



Graphique 8

De même, à la lumière des résultats analysés précédemment, nous pouvons imaginer que les coefficients de régression calculés entre sommes de températures et nombre de feuilles par talle pour un traitement déterminé aient des valeurs décroissantes pour chacune des talles d'un ordre plus élevé.

	tige principale	1re talle primaire	2e talle primaire	3e talle primaire
G I	0,641 ± 0,07	0,289 ± 0,03	0,201 ± 0,04	0,128 ± 0,05
G II	0,703 ± 0,07	0,335 ± 0,07	0,298 ± 0,07	0,302 ± 0,07
G III	0,747 ± 0,05	0,436 ± 0,06	0,409 ± 0,07	0,349 ± 0,08
F I	0,546 ± 0,05	0,222 ± 0,06	0,202 ± 0,07	0,219 ± 0,09
F II	0,691 ± 0,05	0,326 ± 0,04	0,290 ± 0,04	0,296 ± 0,05
F III	0,718 ± 0,04	0,578 ± 0,07	0,520 ± 0,08	0,486 ± 0,07
P I	0,507 ± 0,06	0,146 ± 0,06	0,146 ± 0,05	NS
P II	0,568 ± 0,07	0,127 ± 0,05	NS	NS
P III	0,665 ± 0,05	0,382 ± 0,07	0,368 ± 0,06	0,254 ± 0,08

La tendance générale d'accroissement de la valeur des coefficients est la même chez les talles que pour la tige principale. La « priorité » de cette dernière est très accusée chez *Germinal,* pour tous les semis, ce qui se manifeste par l'existence de différences significatives au seuil de probabilité 0,01, lorsque l'on compare les valeurs de *r* relatives à cette tige et à la première talle primaire.

Chez *Floréal,* cette suprématie est encore apparente pour le 1[er] et le second semis, s'atténue pour le 3[e] ; il faut arriver à la comparaison des *r* de la tige principale et de la 2[e] talle pour trouver une signification.

Elle reparaît chez *Prairial,* alors que l'on aurait pu s'attendre à la voir s'atténuer encore un peu plus, mais cette fois, en particulier pour le second semis, il semble que ce fait soit à relier à l'intensité de la compétition.

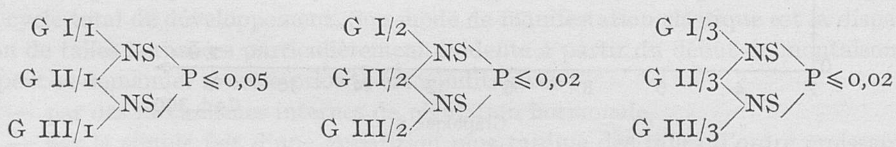
En effet, si l'on compare le nombre moyen de talles au 28 octobre sur une plante issue de second semis, chez les différentes variétés, on note les écarts suivants :

Prairial	7,3
Floréal	5,4
Germinal	3,7

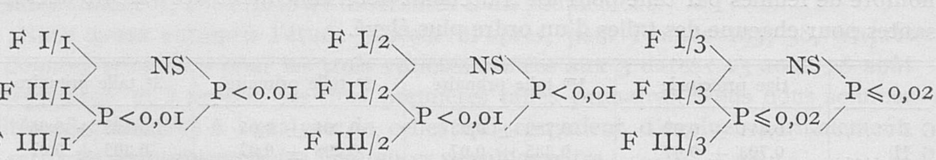
La priorité de la tige principale ne s'affirme qu'en conséquence d'un handicap exagéré auquel ont à faire face les autres constituants de la touffe. D'ailleurs, ce déséquilibre s'atténue chez le 2[e] et le 3[e] semis, et ceci pour toutes les variétés, d'une façon plus ou moins importante.

On peut essayer d'exprimer ce degré de pondération en comparant les valeurs de *r* obtenues en tant que caractéristiques du développement d'une talle chez une variété, pour les divers semis.

Chez Germinal, on ne détecte de signification qu'au niveau de comparaison 1[er] - 3[e] semis, et ceci, pour les 3 talles :



Chez *Floréal,* par contre, elle se manifeste au niveau 2[e] - 3[e] semis également.



Il est utile de rappeler que le comportement des talle primaires est d'autant plus proche de celui de la tige principale, que la fréquence des plantes accomplissant normalement leur cycle complet de développement diminue. Il est donc fort possible qu'une intervention de type hormonal exagère les effets que l'on serait tenté d'attribuer à de simples phénomènes de compétition.

DISCUSSION

L'ensemble des faits rapportés montre bien que la loi d'apparition des feuilles sur une tige de Dactyle peut s'exprimer de façon linéaire en fonction des sommes de températures reçues.

Cette constatation mérite d'être accompagnée de corollaires précisant que son application est à envisager selon certaines modalités, lorsque l'on traite, de cas définis

— soit sur le plan du végétal : phase du développement, numéro d'ordre des talles auxquelles on l'applique, intensité de la compétition se manifestant entre les talles étudiées,

— soit sur le plan climatique : modalité de réalisation des températures pendant la période d'enregistrement des données.

Une étude faite dans des conditions naturelles permet d'attirer l'attention sur de tels points, qui, par la suite, peuvent être analysés séparément, de façon plus précise, à l'occasion de travaux effectués en conditions contrôlées. En effet, l'examen de prélèvements effectués sur un semis normal mène à l'obtention de données entachées d'un coefficient de variation plus élevé.

Le choix des paramètres climatiques auxquels on rapporte une série de phénomènes peut être dicté par différentes considérations et notamment :

— recherche d'une simplification d'expression des faits observés ;

— recherche d'un meilleur ajustement des deux catégories d'observations.

Nous avons préféré utiliser les sommes de températures, après avoir tenté d'exprimer les données recueillies en fonction des sommes de K, parce que nous arrivions à trouver une relation simple et plus généralisable.

Néanmoins, l'intérêt d'utiliser le paramètre K réside dans le fait que cela permet parfois d'attirer l'attention sur un phénomène biologique, complémentaire dont l'effet est masqué lorsque l'on emploie l'autre unité de mesures climatiques.

Reçu pour publication en mai 1962.

SUMMARY

STUDY OF THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF COCKSFOOT (DACTYLIS GLOMERATA L.)

Growth and development of three varieties of Cocksfoot were studied at the « Station centrale d'Amélioration des Plantes ». The plants were sown at various dates at the end of the summer in 1956-57, 1957-58, and 1958-59.

The purpose of this paper is to report on the rate of appearance of the leaves on the main shoots and on the first three primary tillers.

Leaf appearance is the resultant of two fundamental actions, the induction of leaf-primordia and their growth up to a certain degree which is dependent upon their rank.

The latter factor, itself, is the difference between the added growth of sheath and blade of one leaf and that of sheaths of previous leaves during the vegetative part of the plant-life. After beginning of shooting, the difference of level of the nodes on which two successive leaves are inserted must be taken in account. However, the rate of leaf appearance can be expressed as a linear function of the sum of the temperatures recorded after the plants were sown.

The regression coefficients accounting for this function vary according to the following factors:

1) The location of the leaves on the main stem or on a tiller. This appears to be related to physical or biological competition.

2) The years. This appears to be related to the rate of accumulation of summed temperatures. Maintaining the plants at less than 5°C for a minimum length of time will initiate a slow-down of the rate of appearance of leaves on a non-temporary basis. Following this observation, the regression coefficients were computed after summing up temperatures starting from a 5°C origin. The results were not any more satisfactory.

3) The varieties : as it was put forwards by the analysis of the variety x year interactions. This can be substantiated biologically if reference is made to earliness of flower-primordia differentiation, i. e., to the periods of action of stem-growth which is also differentially affected by climatic conditions.

The number of leaves on a stem at time of heading is much more dependent upon climatic conditions (year — date of sowing) than upon varieties.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Studium des Wachstums und der Entwicklung dreier Knaulgrassorten, zu verschiedenen Zeitpunkten gegen Ende des Sommers ausgesät, wurde in den Jahren 1956/57, 1957/58 und 1958/59 an der Zentralstation für Pflanzenzüchtung unternommen.

Vorliegende erste Abhandlung untersucht den Erscheinungsrythmus der Blätter auf den Haupttrieben und den drei ersten primären Bestockungssprossen.

Die Erscheinung ist das Ergebnis zweier grundlegender Aktivitäten : primäre Entwicklung der Blätter und Wachstum dieser Organe bis zum Zeitpunkt, da sie, je nach ihrer Reihenfolge, eine gewisse Höhe erreichen.

Der zweite Faktor ist eine Differenz, deren Glieder das Wachstum der Blattscheiden und -spreiten und der Scheiden allein während der Wachstumsperiode der untersuchten Pflanzen sind.

Es muss noch das Wachstum der Internodien mit Beginn des Schossens hinzugefügt werden. Es kann jedoch auf lineare Art im Vergleich zur Temperatursumme, die mit Beginn der Aussaat aufgezeichnet wurde, ausgedrückt werden.

Die Regressionskoeffizienten der Schnelligkeit, mit der die neuen Blätter erscheinen, verändern sich :

— je nachdem es sich um den Haupt- oder Seitentrieb handelt ; dies scheint in Verbindung mit den Konkurrenzerscheinungen physischer oder biologischer Art zu stehen.

— je nach den Jahren scheint die Reaktion an die Häufung der Temperatursummen gebunden zu sein ; werden die Pflanzen während einem Minimum an Zeit unter 5°C gehalten, so ergibt sich eine Verlangsamung des Erscheinungsrythmus der Blätter, der nicht nur zeitlich begrenzt ist. Auf Grund dieser Beobachtung wurden Regresskionskoeffizienten ausgerechnet, durch Summierung der Temperaturen mit + 5 beginnend. Dies führte aber keineswegs zu besseren Grössen.

Die untersuchten Sorten haben sich hauptsächlich durch die Analyse der Wechselbeziehungen Sorte x Jahrgang unterschieden ; auf biologischer Ebene läss tsich diese rklären, wenn man den Verfrühungen in der Differenzierung der Blütenandeutung Rechnung trägt, also den Perioden, in denen das Wachstum der Triebe stattfindet, die ihrerseits wiederum auf differentielle Art durch die klimatischen Bedingungen beeinflusst wird.

Natürlich variert die Zahl der vorhandenen Blätter auf einem trieb im Augenblick der Ährenbildung viel mehr nach den klimatischen Bedingungen (Jahrgang, Aussaattermin) als nach den Sorten.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bommer D., 1959. Über Zeitpunkt und Verlauf der Blütendifferenzierung bei perennierenden Gräsern. *Z. f. Acker - und Pflanzenb*, **109**, 95-118.

Bommer D., 1960. Versuche zur Beeinflüssung von Schossen und Blütenbildung durch Gibberellin-säure bei perennierenden Gräserarten. *Z. Pflanzenzücht*, **45**, 105-120.

Cooper J. P., 1950. Day length and head formation in the rye grasses. *J. Br. Grassl. Soc.*, **5**, 105-112.

Cooper J. P., 1952. Studies on growth and development in *Lolium*. II. Pattern of bud development of the shoot apex its ecological significance. *J. Ecology*, **39**, 228-270.

Cooper J. P., 1952. Studies on growth and development in *Lolium*. III. Influence of season and latitude on ear emergence. *J. Ecology*, **40**, 352-379.

Cooper J. P., 1958. The effect of temperature and photoperiod on influorescence development in strains of timothy. *J. Br. Grassl. Soc.*, **13**, 81-91.

COOPER J. P., 1960. Short day and low temperature induction in *Lolium*. *Ann. Bot.*, **24**, 232-246.

COOPER J. P., 1960. The use of controlled life cycles in the forage grasses and legumes. *Herb. Abst.*, **30**, 71-79.

COOPER J. P., SAEED S. W., 1949. Studies on growth and development in *Lolium*. I. Relation of the annual habit to head production under various systems of cutting. *J. Ecol.*, **37**, 233-259.

EASTIN J. D., 1961. Seasonal variation in activity of naturally occuring growth regulators in Bromegrass (*Bromus inermis* Leyss.) *Diss. Abst.*, **21**, 1678.

EVANS L. T., 1958. *Lolium temulentum* a long day plant requiring only one inductive photocycle. *Nature*, **4629**, 197-198.

EVANS M., WILSIE C. P., 1946. Flowering of bromegrass, *Bromus inermis* in the green house as influenced by length of day, temperature and level of fertility. *J. Am. Soc. Agron.*, **38**, 923-932.

FEDOROV A. K., 1956. Quelques particularités du développement chez *Phleum Pratense* (en russe). *Izv. Akad. Nauk. S. S. R.*, **3**, 65-76, (in Herb. Abstr., 295).

FEDOROV A. K., 1956. Biologie du développement des plantes alternatives et obtention de celles-ci. *Zhurn. Obsch. Biol.*, **7**, 462-72.

GARDNER F. P., 1950. Floral induction and development in orchard grass. *Iowa State Coll. J. of Sc.*, **27**, 176-177.

GARDNER F. P., LOOMIS W. E., 1953. Floral induction and development in orchard grass. *Plant Physiol.*, **28**, 201-217.

GESLIN H., 1944. Étude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat (température et radiation solaire). Contribution à l'étude du climat du blé. *Thèse, Imprimerie Nationale, Paris.*

GROVE H., 1961. Leaf area studies in tall fescue (*Festuca arundinacea Schreb*). *Diss. Abs.*, **21**, 1962-1593.

GRASSLAND RESEARCH INSTITUTE. 1956-1961. *Experiments in Progress, Plant Physiology*, **8**, **9**, **10**, **11**, **12.**

HANSON A. A., SPRAGUE V. G., 1953. Heading of perennial grasses under greenhouse conditions. *Agron, J.*, **45**, 348-351.

HOLT I. V., 1954. Initiation and development of the inflorescence of *Phalaris arundinacea* and *Dactylis glomerata*. *Iowa St. Coll. J. Sc.*, **28**, 603-621.

JEATER R. S. L., 1956. A method for determining developmental stages in grasses. *J. Brit. Grassl. Soc.* **11**, 139-146.

JONARD P., et *al.*, 1952. Évolution de la tige et de l'épi chez la variété de blé Vilmorin 27 au cours de la période de reproduction. *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 31-54.

KETELLAPPER H. J., 1960. Growth and development in *Phalaris* : *I. Phalaris tuberosa. Ecology*, **41**, 298-305.

KLEINENDORST A., TEN HOVE H. J., 1957. The developmental morphology of the tiller apices of some grasses. *Inst. Biol. Scheikund. Onderz. Landb. Wag. Jaarb.*, **9**, 39-49.

KNIGHT R., 1960. The growth of cocksfoot (*Dactylis glomerata*) under spaced plant and sward conditions. *Austr. J. Agric. Res.*, **2**, 457-472.

KNIGHT W. E., BENNETT H. W., 1950. Preliminary report of the effect of photoperiod and temperature on the flowering and growth of several southern grasses. *Agron. J.*, **45**, 268-269.

KORIAKINA V. F., 1957. Growth and development of *Phleum pratense* L. as affected by day-lenght. *Dokl Akad. Nauk. S. S. R. S.*, **115**, 396-399 (in Herb. Abstr.).

LANGER R. H. M., 1954. A study of leaf growth in timothy. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **9**, 275-284.

LANGER R. H. M., 1955. Ear formation in timothy grass following vernalization and short day treatments *Nature*, **44 75**, 263.

MARGADANT W. D., 1951. Vernalization of pasture grasses with special reference to *Lolium perenne*. *Versl. Cent. Inst. Landb. Onderz.* 1951, 39-42.

MILLER V. J., 1960. Temperature effect on the rate of apparent photo-synthesis of seaside bent and Bermudagrass (*Agrostis palustris, Cynodon dactylon*). *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **75**, 700-703.

MILTHORPE F. L., 1956. The growth of leaves. 1 vol. 223 p. *Butterworths Scientific Publications, Londres.*

MITCHELL K. J., 1953. Influence of light and temperature on the growth of ryegrass (*Lolium* sp.). I. Pattern of vegetative development. *Physiol. Plant*, **6**, 21-46. II. The control of lateral bud development. *Physiol. Plant.*, **6**, 425-443.

MITCHELL K. J., 1956. Growth of pasture species under controlled environment. I. Growth at various levels of constant temperature. *N. Z. J. Sci. Techn.*, **1**, 38, 203-216.

MITCHELL K. J., 1958. The influence of temperature on the growth of pasture plants. *UNESCO, Rech. Zone aride, XI, Clim. et Microclim., Actes Coll. Canberra*, 175-177.

MITCHELL K. J., SOPER K., 1958. Effects of differences in light intensity and temperature on the anatomy and development of leaves of *Lolium perenne* and *Paspalum dilatatum*. *N. Z. J. Agr. Res.*, **1**, 1-16.

MITCHELL K. J., LECANUS R., 1960. Growth of pasture species in controlled environment. II. Growth at low temperature. *N. Z. J. Agr., Res.*, **3**, 647-655.

NEWELL L. C., 1951. Controlled life cycles of Bromegrass, *Bromus inermis* Leyss. used in improvement. *Agron. J.*, **43**, 417-424.

PROCEEDINGS OF THE EIGHT INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS 1961. 1 vol., 764 p. *The Grassland Research Institute Hurley, Berks.*, pp. 273-302.

SASS J. E., SKOGMAN J., 1951. *Iowa St. Coll. J. Sci.*, **25**, 513-519.

SOPER K., MITCHELL K. J., 1956. The developmental anatomy of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) *N. Z. J. Sci., A*, **37**, 484-504.

STUCKEY I. H., 1942. Some effects of photoperiod on leaf growth. *Amer. J. Bot.*, **29**, 1, 92-97.

SUVOROVA T. N., 1960. Shoot development in forage grasses. *Bot. Zh.*, **45**, 812-822.

TEMPLETON W. C., 1960. Some effects of temperature and light of growth and flowering of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Diss., Abs.*, **21**, 20.

TEMPLETON W. C., et *al.*, 1961. Some effects of temperature and light on growth and flowering of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb). *Crop. Sci.*, **1**, 216-219.

THEIN M. M., 1957. Survey of anatomical and microchemical changes in the shoot of *Xanthium pennsylvanicum* in relation to photopériodism. *Amer. J. Bot.*, **44**, 514-522.

TROUGHTON A., 1955. Cessation of tillering in young grass plants, *Lolium perenne*. *Nature*, **4480**, 514.

UNIVERSITY COLLEGE OF WALES — ABERYSTWYTH. Reports of the Welsh Plant Breeding Station. 1956-1958, 15-21 ; 1959, 17-27 ; 1960, 15-30.

WITT F., et *al.*, 1955. Vernalisation in perennial and Italian ryegrass (*Lolium perenne* and *L. Multiflorum*) *Sticht. Plantenvered. Wag. Meded.*, **2**, 137-147.

WYCHERLEY P. R., 1952. Temperature and photoperiod in relation to flowering of three perennial grass species : *Cynosurus cristatus, Dactylis glomerata* and *Lolium perenne*. *Meded. Landb. Wag.*, **52**, 75-92.

YOUNGNER V. B., 1960. Environmental control of initiation of the inflorescence, reproductive structures and proliferation in *Poa bulbosa*. *Amer. J. Bot.*, **47**, , 750-757.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (3), 197-214

ESSAIS D'ÉCLAIRCISSAGE CHIMIQUE DES FLEURS OU DES JEUNES FRUITS SUR LE PÊCHER ET LE POMMIER

J. HUGARD

avec la collaboration technique de R. SAUNIER

Station de Recherches d'Arboriculture fruitière,

Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Pont-de-la-Maye (Gironde).

SOMMAIRE

Depuis 1957, treize composés chimiques ont été essayés en vue de déterminer leurs possibilités d'utilisation pour l'éclaircissage chimique des fleurs ou des jeunes fruits de Pommier et de Pêcher.

Sept de ces composés sont des régulateurs de croissance, les six autres appartiennent au groupe des colorants nitrés.

Dans ce cadre général, les essais ont porté sur les concentrations utilisables pour chaque produit compte tenu de la phytotoxicité de la plupart d'entre eux aux doses élevées et sur les dates de traitement possibles.

En ce qui concerne le Pommier, la sensibilité particulière de trois variétés très cultivées dans le Sud-Ouest de la France, a été déterminée.

Ces essais ont permis de faire ressortir l'intérêt de quelques composés chimiques pour l'éclaircissage dans des conditions de traitement déterminées.

INTRODUCTION

On désigne sous le nom d'éclaircissage chimique des fruits, l'opération qui consiste à supprimer une partie de la fructification d'un arbre fruitier au cours des premiers stades de développement du fruit.

Sur les arbres des Rosacées fruitières, cette technique est l'une des plus efficaces pour parvenir à un compromis satisfaisant entre trois exigences partiellement contradictoires :

— Poids de fruits produit annuellement le plus élevé possible.

— Pourcentage minimum de fruits d'une grosseur insuffisante au moment de la cueillette.

— Production régulière d'une année à l'autre.

Les raisons de cette efficacité résident dans les particularités de la différenciation

et de l'évolution des bourgeons à fruits sur les arbres de la famille considérée. Les bourgeons à fruits qui s'épanouissent au printemps sur ces arbres, ont commencé à se différencier à partir de bourgeons à bois à la fin du printemps et au début de l'été précédent, voire même pour une partie d'entre eux et sur certaines espèces, plusieurs années auparavant ; mais alors que ces bourgeons subissaient les premières transformations caractéristiques de l'induction florale, d'autres bourgeons ayant subi ces mêmes transformations un an plus tôt au moins, achevaient leur évolution en donnant des fleurs et des fruits. Parallèlement, à côté des bourgeons à fruit que nous voyons fleurir et fructifier au printemps et au début de l'été, des bourgeons à bois commencent à se différencier dans le sens floral ; ils contriburont à assurer la floraison et la fructification des années suivantes.

Ainsi, depuis le printemps jusqu'à la cueillette, on trouve juxtaposées sur un même arbre, au moins deux séries de bourgeons parvenus à des stades différents du cycle de transformation conduisant du bourgeon à bois au fruit mûr.

Pour ces deux séries de bourgeons, l'accomplissement normal du cycle évolutif dépend dans une large mesure de la quantité de matières nutritives disponibles dans l'arbre. Lorsque cette quantité est insuffisante pour permettre l'évolution simultanée des deux séries de bourgeons, celle dont le développement est le plus avancé bénéficie en quelque sorte d'une priorité. Le développement de l'autre ne s'ébauche même pas ou reste bloqué.

Le phénomène de l'alternance, succession sur un arbre fruitier d'une année de production excessive puis d'une année de production presque nulle, apparaît comme la conséquence de cette hiérarchie entre bourgeons à fruits en fonction du stade d'évolution atteint.

En effet, en année de très forte fructification, celle-ci draine à son profit la plus grande partie des éléments nutritifs élaborés et empêche, de ce fait, la différenciation en quantité suffisante de bourgeons à fruits pour l'année suivante. Celle-ci sera donc une année de fructification faible ou nulle. Les matières nutritives synthétisées par l'arbre permettront alors la différenciation en bourgeons à fruits d'un très grand nombre de bourgeons à bois responsables l'année suivante d'une nouvelle production excessive.

Ce rythme de production peut s'établir à la faveur d'un accident, par exemple d'une gelée détruisant une année la totalité des fleurs d'un arbre. Le plus souvent cependant il apparaît progressivement. Les variétés fruitières sont aussi plus ou moins sujettes à l'alternance suivant leurs caractéristiques génétiques.

Les arboriculteurs se sont toujours efforcés de combattre la tendance à l'alternance de leurs arbres, pour assurer un revenu régulier d'abord, mais aussi parce qu'en année de production pléthorique, le pourcentage de fruits petits donc de faible valeur est souvent très élevé.

Pendant très longtemps, en France en particulier, la taille a constitué le principal moyen de lutte contre l'alternance, à côté de l'emploi de fumures copieuses et de l'irrigation qui conservent d'ailleurs toute leur valeur à cet égard.

Il s'agissait alors de ce que l'on appelait la taille de fructification, extrêmement stricte dans ses principes et sévère dans son application. Relativement efficace dans la lutte contre l'alternance et surtout pour la production de fruits d'un calibre suffisant, cette taille sévère présente un certain nombre d'inconvénients importants. Responsable de la supression, non seulement de nombreux bourgeons à

fruits mais aussi de bourgeons à bois donc de feuilles assimilatrices, elle réduit considérablement la quantité d'hydrates de carbone synthétisés par l'arbre. Il en résulte un retard dans l'entrée en fructification des jeunes arbres, une croissance ultérieure très ralentie, et naturellement, une réduction très appréciable du poids de fruit produit annuellement.

Peu à peu la taille dite de fructification est devenue plus légère au point de se réduire souvent à un simple élagage favorisant une bonne aération et un bon éclairement de toutes les parties de l'arbre.

Le nombre de fruits et de feuilles produits sur un arbre s'est ainsi trouvé fortement augmenté.

Cependant, avec les variétés nouvelles de plus en plus productives, le nombre de fruits formés est souvent tel qu'il dépasse les capacités d'assimilation et de synthèse de l'arbre.

La production de fruits de faible grosseur, de valeur marchande réduite et l'apparition de l'alternance sont les conséquences de ce déséquilibre. L'éclaircissage vise à empêcher ces accidents.

Dans son principe, cette technique consiste à supprimer un certain nombre de fruits jusqu'à ce que chaque fruit restant ait à sa disposition un nombre de feuilles suffisant.

Chez le Pommier par exemple, selon MAGNESS, OVERLEY et LUCE, au moins 50 feuilles par fruit sont nécessaires à un accroissement normal des fruits ainsi qu'au maintien d'une régularité de production satisfaisante.

Pour qu'il soit efficace à la fois sur le grossissement des fruits et dans la lutte contre l'alternance, l'éclaircissage doit avoir lieu très tôt, pendant la pleine floraison ou dans les tout premiers stades de développement du fruit. S'il est exécuté trop tard, les bourgeons à bois, qui pourraient évoluer en bourgeons à fruits, perdent la possibilité de former des ébauches florales et l'éclaircissage n'a plus aucune action sur l'alternance, mais il conserve une certaine efficacité, plus réduite toutefois, sur l'amélioration de la grosseur des fruits.

Dans le domaine pratique, l'éclaircissage représente donc le complément indispensable des méthodes de taille longue qui se généralisent de plus en plus. A l'heure actuelle, il est réalisé à la main. Dans ce cas, il nécessite un nombre d'heures de travail à l'hectare comparable à celui qui est consacré à la taille. Mais, alors que l'on dispose de trois à quatre mois pour effectuer cette dernière opération, l'éclaircissage ne conserserve toute son efficacité que s'il est effectué dans une période très limitée de la vie du fruit.

Pratiquement, dans les exploitations fruitières de quelque importance, l'éclaircissage manuel nécessite le recrutement d'une main-d'œuvre occasionnelle.

Il débute quand les petits fruits commencent à grossir après les chutes naturelles et s'échelonne sur trois semaines à un mois.

De ce fait, il perd une part importante de son efficacité sur les arbres qui y sont soumis en dernier lieu.

Par contre lorsque l'on dispose d'un personnel entraîné, l'éclaircissage manuel peut être très régulier et assurer une très bonne répartition de la fructification sur les arbres.

Cependant, ses exigences en main-d'œuvre et l'impossibilité pratique à laquelle se heurtent les grandes exploitations pour l'exécuter sur tous les arbres au meilleur

moment constituent de graves difficultés. C'est la raison pour laquelle on a pensé depuis longtemps, et en premier lieu aux États-Unis, à avoir recours à des pulvérisations de produits chimiques divers pour obtenir un éclaircissage des fleurs ou des jeunes fruits.

Deux grandes catégories de produits ont été utilisées à cette fin : les colorants nitrés et des substances organiques diverses possédant pour principale caractéristique commune la possibilité, démontrée par d'autres expériences, d'agir sur la croissance des tissus ou des organes végétaux.

MODE D'ACTION DES SUBSTANCES CHIMIQUES UTILISÉES POUR L'ÉCLAIRCISSAGE

Les colorants nitrés inhibent la germination des grains de pollen *in vitro* et sur les stigmates. Ils ont également une action caustique sur les fleurs. Pour ces raisons, leur efficacité est limitée au moment de la pleine floraison.

Les substances de croissance, en particulier l'acide naphtalène acétique et son amide peuvent au contraire se montrer efficaces pendant la période délimitée par la pleine floraison et une date se situant environ quatre semaines après la chute des pétales.

Peu d'explications ont été avancées quant au mode d'action de ces substances,

Selon LUCKWILL, l'acide naphtalène acétique pulvérisé au moment de la floraison provoquerait, de la part des styles des fleurs, une réaction d'incompatibilité vis-à-vis des tubes polliniques, empêchant ainsi la fécondation de se produire normalement.

Sur les jeunes fruits, l'application d'acide naphtalène acétique empêcherait le développement normal des pépins, eux-mêmes indispensables au maintien du fruit sur l'arbre, dans les conditions habituelles.

Cette inhibition du développement de la semence ne serait toutefois possible que pendant la période où l'albumen reste, au moins en partie, non cellulaire.

Or, chez le Pommier, la structure cellulaire de l'albumen n'est complètement établie que trois à quatre semaines après la chute des pétales.

L'acide naphtalène acétique manifeste par ailleurs sa propriété d'inhiber la formation des couches liègeuses d'abscission.

Il en résulte le phénomène souvent signalé de la présence simultanée sur les arbres traités de jeunes fruits n'évoluant plus après le traitement et d'autres qui grossissent normalement. On observe dans ceux qui n'évoluent pas que le développement de la semence a été inhibé.

Cette explication doit être rattachée à deux autres actions connues de l'acide naphtalène acétique : il favorise la formation de fruits parthénocarpiques sur les espèces et variétés capables de présenter ce mode de fructification particulier ; il est employé efficacement pour empêcher la chute des fruits, de Pommier notamment, avant maturité.

Pourtant MARSH, SOUTHWICK et WEEKS contestent que des pulvérisations d'acide naphtalène acétique après la chute des pétales affectent sensiblement le taux de

graines avortées à l'intérieur des jeunes fruits. Ils montrent en outre que l'effet d'éclaircissage de telles pulvérisations ne dépend pas essentiellement du pourcentage de graines avortées dans les jeunes fruits. De leur côté, ils ne proposent aucune explication à ce phénomène d'éclaircissage.

D'autres auteurs recherchent cette explication dans le fait, déjà mentionné, que l'application d'acide naphtalène acétique a pour conséquence immédiate le maintien provisoire d'un nombre de fruits sur l'arbre supérieur à ce qu'il serait en l'absence de traitement. Il en résulterait une sévère compétition pour la nutrition entre tous ces fruits. Seuls pourraient alors poursuivre leur développement normal, ceux qui seraient les plus évolués au moment du traitement ou les mieux placés pour recevoir une alimentation suffisante. Les autres, insuffisamment nourris, ne tarderaient pas à tomber.

Quel que puisse être leur mode d'action sur la partie reproductive des arbres traités, les composés chimiques utilisés pour l'éclaircissage des fruits exercent aussi une influence sur les organes végétatifs de ces mêmes arbres, feuilles et brindilles principalement.

Cette influence traduit le caractère phytotoxique de ces composés à certaines concentrations. Pour chacun d'entre eux, il convient donc de déterminer celles qui sont à la fois efficaces en ce qui concerne l'éclaircissage et sans danger pour l'arbre.

Pour certains produits, ces concentrations sont difficiles à déterminer, car celles qui seraient nécessaires pour provoquer un éclaircissage suffisant sont incompatibles avec la conservation d'un bon état végétatif des arbres traités. Cependant, le plus souvent, les concentrations qui entraînent des désordres graves dans la végétation des arbres, provoquent par ailleurs un éclaircissage total ou tout au moins excessif.

Les manifestations de phytotoxicité diffèrent assez sensiblement suivant les deux types de produits utilisés : colorants nitrés et substances de croissance.

Avec les colorants nitrés, dès que la concentration atteint un certain niveau, variable d'un produit à l'autre, des nécroses de tissus suivies de dessèchement apparaissent.

Ces nécroses sont d'abord localisées à la bordure des feuilles. Lorsque la gravité des dommages augmente, les feuilles entières sont touchées et tombent ; les plus jeunes sont les plus fragiles. L'extrémité des brindilles peut se trouver également atteinte. Enfin, dans tous les cas extrêmes, la totalité des jeunes rameaux peut être détruite.

Avec les substances de croissance, lorsque la concentration atteint un niveau critique, les symptômes de phytotoxicité qui apparaissent sur les feuilles ou les rameaux revêtent rarement la forme de nécroses. D'une façon très générale, avec ce type de produit on constate en premier lieu une perte de turgescence des feuilles et des pétioles. Les feuilles prennent un port retombant, deviennent plus ternes et ont tendance à se gaufrer. Ces symptômes peuvent apparaître alors même que l'effet d'éclaircissage obtenu n'est nullement excessif ; ils peuvent persister huit à dix jours après l'exécution du traitement ; lorsque l'on dépasse davantage la concentration critique, l'extrémité des rameaux perd sa rigidité, une partie plus ou moins importante des feuille tombe, la croissance de l'arbre se trouve arrêtée ou ralentie pendant un temps plus ou moins long. Enfin, avec certains produits tel que l'hydrazide maléique et au-dessus d'un certain niveau de concentration la croissance des arbres traités est complètement perturbée, les entre-nœuds des pousses en voie de croissance restent

très courts, les nouvelles feuilles formées sont plus longues et plus étroites que les feuilles normales. Ces désordres peuvent persister pendant toute la saison de végétation. Cependant l'année suivante aucun symptôme anormal n'est plus perceptible.

Mais l'utilisation de composés chimiques et spécialement de substances de croissance pour l'éclaircissage des fruits se heurte à une difficulté encore plus grave : les résultats obtenus avec un produit et une concentration déterminés sur une variété définie sont très variables. Ils varient avec les conditions météorologiques régnant dans les quelques jours qui précèdent le traitement, au moment où il est effectué et dans les heures qui le suivent. Ils varient également avec l'état physiologique des arbres, les moins vigoureux étant les plus sensibles aux traitements d'éclaircissage ; ils varient enfin, ce qui est plus grave en dehors de toute cause apparente.

MÉTHODES EXPÉRIMENTALES ET MATÉRIEL UTILISÉ

Les essais qui sont relatés ici visaient à étudier une gamme aussi vaste que possible des produits utilisables, et à déterminer les conditions d'emploi des plus satisfaisant d'entre eux. Dans une autre série d'essais actuellement en cours, les causes de la variabilité des résultats sont étudiées pour les produits les plus intéressants ainsi que les moyens propres à diminuer cette variabilité. Les composés chimiques employées dans les essais ont été les suivants :

a) *Colorants nitrés*

Para-nitro-ortho-crésol,
Sel de triéthanolamine de dinitro-butyl-phénol,
2,4-dinitro-amyl-phénol,
2,4-dinitro-crésylate d'ammonium pur,
2,4-dinitro-crésylate d'ammonium additionné de sulfate d'ammonium,
2,4-dinitro-crésylate d'ammonium (formule commerciale).

b) *Régulateurs de croissance*

Acide naphtalène acétique,
α-naphtalène acétamide,
acide α-naphtyl-phtalamique,
α-naphtyl-phtalamide,
diéthanolamine d'hydrazide maléique,
3-chloro-N-phényl-carbamate d'isopropyle,
acide 3-chloro-phénoxypropionique.

Trois époques de traitement ont été retenues :
La pleine floraison (75 p. 100 de fleurs ouvertes, stade F_3 de Fleckinger),
la chute des pétales (stade G_3 de Fleckinger),
deux semaines après la chute des pétales (stade I_3-J de Fleckinger).

Tous les produits n'ont pas été essayés à chacune de ces trois dates. Les tableaux ci-joints rendent compte des traitements effectués sur Pêcher et sur Pommier.

Pour chaque produit, les époques d'application ont été choisies en fonction des caractéristiques chimiques du produit et des données bibliographiques.

Aucun traitement n'a été réalisé sur Pommier deux semaines après la chute des pétales. En effet, l'examen de la bibliographie montre que les doses efficaces à la chute des pétales sont sensiblement les mêmes que celles qui doivent être utilisées deux semaines plus tard. En outre, nous ne disposions pas d'un nombre suffisant d'arbres homogènes. Chacun des traitements a été réalisé sur des arbres entiers aussi éloignés que possible l'un de l'autre dans le même verger. Chaque groupe de deux arbres n'a subi qu'un seul traitement à l'une des dates indiquées plus haut.

Pour chaque date de traitement considérée, quatre arbres témoins ont été conservés. Ils ont servi de terme de comparaison pour toute la série des produits essayés à cette date.

En ce qui concerne le Pêcher, faute de disposer d'une collection comportant pour chaque variété un nombre d'arbres suffisant, les essais ont porté sur deux variétés seulement : une à chair blanche, *Madame Girerd*, l'autre dont les noyaux sont utilisés pour la production de porte-greffes : *G_2 S 305-1*.

TABLEAU I

Tableau récapitulatif des principaux essais d'éclaircissage entrepris sur Pêcher

	Pleine floraison	Chute des pétales	Deux semaines après la chute des pétales
I. — *Colorants nitrés :*			
a) para-nitro-ortho-crésol	+		
b) sel de triéthanolamine de dinitro-butyl-phénol	+		
c) dinitro-amyl-phénol	+		
d) dinitro-crésylate d'ammonium pur	+		
e) dinitro-crésylate d'ammonium additionné de sulfate d'ammonium	+		
f) dinitro-crésylate d'ammonium (formule commerciale)	+		
II. — *Régulateurs de croissance :*			
a) acide naphtalène acétique	+	+	+
b) naphtalène acétamide	+		+
c) acide naphtyl-phtalamique	+		
d) naphtyl-phtalamide	+		
e) diéthanolamine d'hydrazide maléique		+	
f) 3-chloro-N-phényl-carbamate d'isopropyle			+
g) acide 3-chloro-phénoxypropionique			+

TABLEAU 2

Tableau récapitulatif des principaux essais d'éclaircissage entrepris sur Pommier

Produits	Pleine floraison	Chute des pétales
I. — *Colorants nitrés :*		
dinitro-crésylate d'ammonium (formule commerciale)	+	
II. — *Régulateurs de croissance :*		
a) acide naphtalène acétique	+	+
b) naphtalène acétamide		
c) acide naphtyl-phtalamique	+	+
d) 3-chloro-N-phényl-carbamate d'isopropyle	+	
e) acide 3-chloro-phénoxypropionique	+	+

Les arbres utilisés pour les essais étaient âgés de 8 ans, greffés sur franc et de vigueur moyenne.
Pour le Pommier, les traitements ont porté sur trois variétés principales : *Richared Delicious*, *Golden Delicious*, *Staymared*. Quelques produits ont également été essayés sur *Jonathan*. Les arbres étaient âgés de 7 à 10 ans, greffés sur franc et conduits en forme libre.

Pour éviter dans la mesure du possible une trop grande variabilité des résultats en fonction des conditions atmosphériques régnant au moment des traitements, ceux-ci ont tous été réalisés par beau temps à une température comprise entre 17 et 20°C. Cette constance relative de la température a été obtenue en choisissant le jour et l'heure des traitements.

Ceux-ci ont toujours été appliqués en pulvérisation à l'aide d'un appareil individuel assurant une pression de 8 à 12 kg à la buse de sortie. La quantité de liquide pulvérisé a été de 3 à 5 litres par arbre de façon à ce que toutes les parties de celui-ci soient convenablement traitées. Un produit tensio-actif du commerce était adjoint aux solutions.

Les comptages de fleurs sur Pêcher et d'inflorescences sur Pommier, ont été effectués sur les arbres témoins et sur les arbres traités, à la floraison et à la chute des pétales. Les comptages des fruits évoluant normalement ont été réalisés six semaines après la chute des pétales, à la fois sur les témoins et sur tous les arbres traités. Dans tous les cas, les comptages ont porté sur les arbres entiers. Enfin, au moment de la cueillette nous avons déterminé le poids moyen des fruits sur les arbres témoins et traités.

Concentrations utilisées avec les différents produits sur le Pêcher

A — *Traitements à la pleine floraison*

para-nitro-ortho-crésol	500-1 000-1 500 mg/l
sels de triéthanolamine de dinitro-butyl-phénol	450-500-900-1 500 mg/l
2,4-dinitro-amyl-phénol	100-200-400 mg/l
2,4-dinitro-crésylate d'ammonium pur	400-800-1 200 mg/l
2,4-dinitro-crésylate d'ammonium additionné de sulfate d'ammonium	250-400-800-1 200 mg/l
2,4-dinitro-crésylate d'ammonium (préparation commerciale)..............	400-500-600-800 mg/l
acide naphtalène acétique	20-30-40-50-80 mg/l
naphtalène acématide	10-15-20-40 mg/l
acide naphtyl-phtalamique	135-225-400-540 mg/l
naphtyl-phtalamide	150-250-500 mg/l

B — *Traitements à la chute des pétales*

acide naphtalène acétique	20-30-40-50-80 mg/l
naphtalène acétamide	20-40-60 mg/l
diéthanolamine d'hydrazide maléiuqe	300-600 mg/l

C — *Traitements deux semaines après la chute des pétales*

acide naphtalène acétique	20-30-40-50-80 mg/l
naphtalène acétamide	20-40-80 mg/l
3-chloro-N-phényl-carbamate d'isopropyle.....	200-400 mg/l
acide 3-chloro-phénoxypropionique..........	160-240-290 mg/l

Concentrations utilisées avec les différents produits sur le Pommier

A — *Traitements à la pleine floraison*

dinitro-crésylate d'ammonium	500-700-900 mg/l
acide naphtalène acétique	30-40-50 mg/l
naphtalène acétamide	20-30-40-50 mg/l
3-chloro-N-phényl-carbamate d'isopropyle	300-350 mg/l

B — *Traitements à la chute des pétales*

acide naphtalène acétique	10-15-20-30-40-50 mg/l
naphtalène acétamide	10-20-25-30-40-50 mg/l
acide naphtyl-phtalamique..................	100-250-350 mg/l
acide 3-chloro-phénoxypropionique.........	130-160-225 mg/l

RÉSULTATS

Il est très difficile de déterminer de façon rigoureuse quel pourcentage de fleurs ou de jeunes fruits il convient de supprimer sur un arbre pour que l'efficacité de l'opération soit maximum au point de vue de l'économie générale du verger. Cependant, l'expérience a conduit arboriculteurs et expérimentateurs à considérer comme satisfaisant dans la plupart des cas un éclaircissage qui laisse subsister en moyenne un fruit tous les dix à quinze centimètres sur les branches et rameaux fructifères de l'arbre.

De notre côté, pour pouvoir mieux étudier l'action sur l'éclaircissage des divers produits et concentrations essayés, nous avons tenté de mesurer cette action. Dans ce but nous avons utilisé respectivement pour le Pêcher et le Pommier les deux rapports suivants :

$$R_1 = \frac{\text{nombre de fruits évoluant normalement six semaines après la chute des pétales}}{\text{nombre de fleurs au moment de la pleine floraison}} \times 100$$

$$R_2 = \frac{\text{nombre de fruits évoluant normalement six semaines après la chute des pétales}}{\text{nombre d'inflorescences au moment de la pleine floraison}} \times 100$$

Pour les deux variétés de Pêcher qui ont servi à nos essais, la valeur R_1 sur les arbres témoins est restée comprise entre 17 et 21.

Pour le Pommier, nous avons obtenu sur les témoins des valeurs de R_2 comprises entre 71 et 92 pour les variétés *Golden Delicious*, *Staymared*, *Jonathan* entre 56 et 74 pour la variété *Richared*.

L'action d'un produit et d'une concentration déterminés sur l'éclaircissage se traduit par une réduction de la valeur de R_1 ou de R_2 qui est d'autant plus marquée que l'action d'éclaircissage est plus forte. Parallèlement le pourcentage d'accroissement du poids moyen des fruits est de plus en plus important.

En comparant les valeurs de R_1 et de R_2 à la qualité de l'éclaircissage, telle qu'elle découle de la définition que nous avons donné d'un éclaircissage satisfaisant, nous avons pu dresser les échelles d'appréciation ci-dessous :

Pêcher

Action sur l'éclaircissage	Valeur de R_1	Pourcentage d'accroissement du poids moyen du fruit
très faible ou nulle	> 15	nul
faible	10-15	0-10
bonne	6-10	8 à 32
forte	3 à 6	21 à 40
trop forte	< 3	non déterminé

Pommier

a) *Golden — Staymared — Jonathan*

Action sur l'éclaircissage	Valeur de R_1	Pourcentage d'accroissement du poids moyen du fruit
très faible ou nulle	> 60	nul
faible	35-50	0-9
bonne	20-35	8-24
forte	13-20	15-55
trop forte	< 13	non déterminé

b) *Richared*

Action sur l'éclaircissage	Valeur de R_1	Pourcentage d'accroissement du poids moyen du fruit
très faible ou nulle	> 50	nul
faible	38-50	0-8
bonne	28-38	6-26
forte	16-28	12-34
trop forte	< 16	non déterminé

Compte tenu de ces échelles nous avons rassemblé dans deux tableaux, l'un relatif au Pêcher, l'autre au Pommier, les résultats que nous avons obtenus.



Effet de l'acide naphtalène acétique sur Pêcher (*Mme Girerd*). Ce traitement a eu lieu 2 semaines après la chute des pétales à la concentration de 40 mg/l. Cette photographie a été prise 40 jours après le traitement. Une partie des fruits n'évolue pas et tombe progressivement.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les essais effectués sur le Pêcher avec divers colorants nitrés ont mis en évidence une différence d'efficacité entre deux formules d'utilisation du même produit, le dinitro-crésylate d'ammonium. Dans le premier cas, les solutions à pulvériser sur les arbres étaient préparées à partir du produit pur, dans le second cas à partir d'une spécialité commerciale ayant pour base le même produit. Avec le produit pur la zone des concentrations efficaces était très étroite et voisine de 400 mg/l. Au contraire, avec la spécialité commerciale, cette même zone d'efficacité était sensiblement plus large et comprise entre 500 et 700 mg/l de matière active par litre.

Cette remarque est importante car elle explique peut-être en partie les très grandes différences de concentrations utilisables signalées par divers auteurs à la suite d'essais portant sur une même matière active, une espèce et une variété identiques, un stade de traitement analogue.

Dans le cadre de nos essais d'éclaircissage chimique, les meilleurs résultats aussi bien pour la qualité de l'éclaircissage que pour la souplesse d'emploi ont été obtenus avec le dinitro-crésylate d'ammonium utilisé sous forme de matière active de la spécialité commerciale évoquée ci-dessus.

Pour le Pêcher comme pour le Pommier, une pulvérisation de liquide contenant 700 mg/l de matière active a provoqué un bon éclaircissage. On sait en outre que cette opération atteint à ce stade son maximum d'efficacité pour le grossissement des fruits restés sur l'arbre, et surtout pour la lutte contre l'alternance.

Malheureusement des traitements d'éclaircissage effectués à la pleine floraison ne peuvent se généraliser. En effet, à ce stade de la formation du fruit, les risques de gelées sont encore grands dans la plupart des régions françaises.

D'autre part, il est impossible de connaître à ce moment l'importance des chutes naturelles de jeunes fruits qui se produiront ensuite, donc de déterminer la sévérité de l'éclaircissage à réaliser.

Une telle opération n'est réalisable qu'avec des variétés extrêmement productives telles que *Redhaven* pour le Pêcher, *Golden Delicious, Staymared* ou *Jonathan* pour le Pommier, et dans les régions où les risques de gelées sont négligeables.

Pour cette raison, les essais de traitement effectués à la chute des pétales et deux à trois semaines plus tard ont une portée pratique supérieure. Au stade de la chute des pétales, l'éclaircissage a encore une efficacité comparable à celle qu'il présente à la pleine floraison, aussi bien pour améliorer la grosseur des fruits à la cueillette que pour lutter contre l'alternance. Dans une grande partie de la France, les risques de gelées sur le Pommier ont disparu. Par contre, l'importance définitive des chutes de fleurs et de jeunes fruits est encore inconnue.

Deux à trois semaines après la chute des pétales, l'éclaircissage commence à voir son efficacité diminuer, tout au moins en ce qui concerne ses répercussions sur l'alternance. D'autre part, après la chute des pétales, la variabilité des résultats obtenus par voie chimique augmente encore. Le seul avantage d'un éclaircissage chimique aussi tardif réside dans le fait qu'il est plus facile, à ce moment-là, d'apprécier le degré d'éclaircissage nécessaire. Cet avantage est certes très important, mais il n'est pas décisif avec des variétés productives et lorsque l'arboriculteur connaît très bien son verger.

POMMIER

Produits	Période de traitement	Variétés	Action sur l'éclaircissage					Action sur les organes végétatifs			
								sur feuilles		sur brindilles	
			très faible ou nulle	faible	bonne	forte	trop forte	faible	forte	faible	forte
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Dinitro-crésylate d'ammonium	Pleine floraison	*Golden Delicious*			500-700		900		900		900
		Staymared			—		—		—		—
		Richard Delicious			—		—		—		—
Acide naphtalène acétique	— —	*Staymared*					30-40 et 50	30	40-50	30-40	50
Naphtalène acétamide	—	*Staymared*	20	30	40	50		40	50		
Acide naphtyl-phtalamique	—	*Staymared*				200	250		200-250	250	
3 chloro-N-phényl-carbamate d'isopropyle	—	*Jonathan*					300-350		300-350		300-350
Acide naphtalène acétique	Chute des pétales	*Golden Delicious*		30	40	50		30-40	50		
	—	*Staymared*	au-dessous de 30		20	30	40-50	30	40-50	30	40-50
	—	*Richared Delicious*		10	15	20	30-40-50	15-20	30-40-50	20-30	40-50
Naphtalène acétamide	—	*Golden Delicious*	30-au-dessous	40	50						
	—	*Staymared*	—		30	40	50	50			
	—	*Richared*	10		20	30	40-50	30	40-50	40	50
	—	*Jonathan*			25	30-40	50	40	50	50	
Acide naphtyl-phtalamique	—	*Golden Delicious*	100			250	350	100	250-350	250	350
	—	*Richared*				100	250-350	100	250-350	100	250-350
Acide 3-chloro-phénoxypropionique	—	*Staymared*				130-160	225		130-160 225		130-160 225

PÊCHER

Produits	Période de traitement	Action sur l'éclaircissage					Action sur les organes végétatifs			
							sur feuilles		sur brindilles	
		très faible ou nulle	faible	bonne	forte	trop forte	faible	forte	faible	forte
	Pleine floraison									
1. Para-nitro-ortho-crésol	—	500 mg/l	1 000 mg/l			1 500 mg/l			1 000 mg/l	1 500 mg/l
2. Sel de triéthanolamine de dinitro-butyl-phénol	—				450 mg/l	600 mg/l et au-dessus			450 et 600 mg/l	900 à 1 500 mg/l
3. 2,4-dinitro-amyl-phénol	—	100 et 200 mg/l			400 mg/l					400 mg/l
4. 2,4-dinitro-crésylate d'ammonium pur	—				400 mg/l	800 et 1 200 mg/l			800 mg/l	1 200 mg/l
5. 2,4-dinitro-crésylate d'ammonium additionné de sulfate d'ammonium	—	250 mg/l				400, 800 et 1 200 mg/l				
6. Dinitro-crésylate d'ammonium (spécialité commerciale)	—	400 mg/l		500 et 600 mg/l	800 mg/l				800 mg/l	
7. Acide naphtalène acétique	—	20 mg/l		30 et 40	50 mg/l	80 mg/l		50 et 80		80 mg/l
8. Naphtalène acétamide	—	au-dessous de 40 mg/l	40 mg/l							

PÊCHER *(suite)*

Produits	Péricde de traitement	Action sur l'éclaircissage					Action sur les organes végétatifs			
							sur feuilles		sur brindilles	
		très faible ou nulle	faible	bonne	forte	trop forte	faible	forte	faible	forte
9. Acide naphtyl-phtalamique	—	135 et 225 mg/l	400 mg/l		540 mg/l					
10. Naphtyl-phtalamide	—	150 mg/l			250 mg/l	500 mg/l				
	Chute des pétales									
1. Acide naphtalène acétique	—	20 mg/l	30 mg/l	40 et 50		80 mg/l	40 mg/l	50 et 80		
2. Naphtalène acétamide	—	20 mg/l	40 et 60	80 mg/l			40 et 60	80 mg/l	80 mg/l	
3. Diéthanolamine d'hydrazide maléique						300 et 600	300	600 mg/l	300 mg/l	600 mg/l
	Deux semaines après chute des pétales									
1. Acide naphtalène acétique	—	20 et 30		40 et 50			30 et 40	50 mg/l		50 mg/l
2. Naphtalène acétamide	—	20 mg/l	40 mg/l	80 mg/l				40 et 80	40 mg/l	80 mg/l
3. 3-chloro-N-phényl-carbamate d'isopropyle	—				200 mg/l	400 mg/l		200 et 400	200 mg/l	400 mg/l
4. Acide 3-chloro-phénoxypropionique	—			160 mg/l		240 et 290		240 et 290		240-290

Dans ce dernier cas, un éclaircissage chimique pratiqué à la chute des pétales ou dans la semaine qui suit paraît préférable à un traitement plus tardif.

Les produits efficaces à ces deux derniers stades appartiennent tous au groupe des régulateurs de croissance.

D'une façon générale, ces produits sont d'un emploi assez délicat en raison de la faible marge qui existe entre les concentrations efficaces et celles qui sont nettement phytotoxiques. Pour cette raison, il est nécessaire dans la pratique de rester légèrement en dessous des concentrations les plus efficaces. Après le traitement chimique, l'éclaircissage pourra être rapidement terminé à la main.

Il ressort de nos essais que dans les conditions de traitement que nous avons précisées, les produits et doses les plus efficaces à ces stades, sont les suivants :

1° *Sur le Pêcher*

acide naphtalène acétique à 40 mg/l ;
acide 3-chloro-phénoxypropionique à 160 mg/l;
naphtalène acétamide à 50 mg/l.

2° *Sur le Pommier*

Variété résistante : *Golden Delicious* :

acide naphtalène acétique à 40 mg/l ;
naphtalène acétamide à 50 mg/l ;
acide naphtyl-phtalamique à 200 mg/l.

Variété sensible : *Richared* :

acide naphtalène acétique à 15 mg/l ;
naphtalène acétamide à 20 mg/l ;
acide naphtyl-phtalamique à 80 mg/l.

Autre variété sensible : *Staymared* :

acide naphtalène acétique à 20 mg/l ;
naphtalène acétamide à 30 mg/l.

Il faut enfin noter que si nous n'avons obtenu que de très médiocres résultats avec le 3-chloro-N-phényl-carbamate d'isopropyle, des publications récentes signalent qu'un éclaircissage satisfaisant peut être obtenu sur Pommier à l'aide de pulvérisation de 1-naphtyl-N-méthylcarbamate.

Le meilleur effet serait obtenu avec des traitements effectués 2 à 4 semaines après la pleine floraison à des concentrations de l'ordre de 1 000 à 1 500 mg/l.

Reçu pour publication en avril 1962

SUMMARY

CHEMICAL FRUIT THINNING OF PEACHES AND APPLES

Some chemicals, dinitro compounds and growth regulators were tried in South Western part of France for fruit thinning on Peach and Apple trees.

Two French peach varieties were used for these trials. *Golden Delicious, Richared Delicious, Staymared* were the apple varieties tested.

The dinitro compounds were sprayed at full bloom ; the growth regulators were tried at full bloom, petal fall and two weeks after petal fall on Peach.

On Apple, only full bloom and petal fall treatments were applied. A wetting agent was always used ; different concentrations were tested for every chemical and date of spraying. For each treatment, two trees were sprayed. Four trees were untreated for comparison at every date of spraying. A fine weather and a temperature between 17 and 20°C were choiced for all treatments.

The spraying pressure ranged from eight to twelve kg/cm² at the nozzle.

A good thinning effect was obtained with ammonium dinitrocresylate at the level of 700 p.p.m. on Peach and Apple. On Peach at petal fall, naphtalene acetic acid (NAA) and naphtalene acetamid (NAD) were successfull respectively at the concentrations level of 40 p.p.m. (NAA) and 50 p.p.m. (NAD).

Two weeks after petal fall the same chemicals and concentrations were effective for thinning of Peach.

At this time 3-chloro-phenoxypropionic acid at 160 p.p.m. was also efficient.

On apple trees, at petal fall, NAA at the concentration of 40 p.p.m. was effective on *Golden Delicious*. For *Richared* 15 p.p.m. were sufficient and 20 p.p.m. for *Staymared.*

With NAD, the effective concentrations were respectively for these three varieties 50, 20 and 30 p.p.m.

Naphtyl-phtalamic acid overthinned lightly *Richared* at 100 p.p.m.

ZUSAMMENFASSUNG

VERSUCHE ZUM CHEMISCHEN VEREINZELN DER BLÜTEN ODER JUNGEN FRUCHTEN AUF PFIRSICH UND APFEL.

Eine gewisse Anzahl chemischer Präparate, die zur Gruppe der Farbstoffe und Wachstumsregulatoren gehören, wurden in Südwestfrankreich zum Vereinzeln der Pfirsich- und Apfelblüten ausprobiert.

Zwei Lokalsorten für Pfirsich und drei Apfelesorten : *Golden Delicious, Richard Delicious* & *Staymared* wurden für diese Versuche ausgewählt.

Die Farbstoffe wurden mitten in der Blütenzeit, die Wachstumsregulatoren mitten in der Blüte, nach Abfall der Blütenblätter und zwei Wochen später auf Pfirsich verspritzt.

Auf Apfel fanden die Spritzungen in der Blüte und beim Abfall der Blütenblätter statt.

In jeden Falle gelangte ein oberflächenspannungsaktives Präparat zur Anwendung. Für jeden Zeitpunkt der Behandlung und für jedes Präparat wurden mehrere Konzentrationen ausprobiert. Ein jeder Versuch wurde auf zwei Bäume wieder holt. Als Kontrolle verblieden vier Bäume ohne jegliche Behandlung.

Die Spritzungen fanden nur bei schönem Wetter und einer Temperatur von 17-20°C statt.

Der Druck an der Spritzdüse betrug 8 bis 12 kg/cm².

Gute Resultate erzielte man mit Ammonium-dinitro-Kresyl, Konzentration 700 ppm auf Pfirsich und Apfel. Auf Pfirsich waren ausserdem Naphthal-Essigsäure und Naphthal-acet-amid mit Konzentration 40 & 50 ppm wirksam.

Zwei Wochen nach Abfall der Blütenblätter waren die gleichen Präparate in der gleichen Konzentration noch auf Pfirsich wirksam.

Zu diesem Zeitpunkt hat auch 3-Chlor-Phenoxy-Propionsäure, 160 mg/L befriedigende Ergebnisse.

Auf Apfel war, beim Abfall der Blütenblätter Naphthal-Essigsäaure in den Konzentrationen 40 ppm für *Golden Delicious*, 15 ppm für *Richard* und 20 ppm für *Staymared* wirksam.

Mit Naphtahl-acet-amid waren 50 ppm, 20 ppm und 30 ppm die wirksamsten Konzentrationen auf die drei Apfelesorten.

Hingegen ergab Naphthyl-phthal-aminsäure 10 ppm auf *Richard* ein zu scharfes Vereinzeln.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALDRICH W. W., 1931. Effect of fruit thinning upon carbohydrate accumulation, formation of fruit buds and set of bloom in apple trees. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **28**, 599-604.

ALDRICH W. W., FLETCHER L. A., 1932. Relation of foliage system and fruit thinning to biennial bearing in apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **29**, 56-61.

BATGER L. P., WEST WOOD M. N., 1960. 1 naphtyl-N-methylcarbamate a new chemical for thinning apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **75**, 1-4.

BATGER L.P., THOMSON B. J., 1961. Effect of 1-naphtyl-N-methyl carbamate (Sevin) on thinning apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **77**, 1-8.

BOUHIER de l'ÉCLUSE R., 1959. Contribution à l'étude de l'éclaircissage chimique des arbres à pépins. *CR Acad. Agric. France*, **45**, 376-382.

BURRELL A. B., 1943. Experiences with bloom sprays of Elgetol for thinning apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **42**, 159-162.

BURKHOLDER C. L., MAC COWN M., 1941. Effect of scoring and of a naphtyl acetic acid and amide spray upon fruit set and of the spray upon preharvest fruit drop. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **38**, 117-120.

DESAYMARD P., 1960. L'éclaircissage chimique des arbres fruitiers. *Arboriculture fruitière, n*° 75 *et* 76.

DORSEY M. J., MAC MUNN R. L., 1942. Studies of alternate bearing in the apple. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **41**, 37-44.

DUSSERT L. J., 1960. Temps et coûts des travaux de taille et d'éclaircissage. *Compte-rendu des Journées fruitières et maraîchères d'Avignon*, 39-44.

EDGERTON L. J., HOFFMAN M. B., 1955. Effect of N-1-naphtyl-phtalamic acid on fruit set of peaches. *Science*, **121**, 467-468.

FLETCHER L. A., 1932. Effect of thinning on size and color of apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **29**, 51-55.

GAUTHERET R. J., 1959. *La culture de tissus végétaux.* Masson —Paris.

GREENE L., 1943. Growth regulators and fruit set with Starking apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **42**, 149-150.

HARLEY C. P. MASURE M. P., MAGNESS J. R., 1933. Fruit thinning and biennial bearing in *Yellow Newton* apples. *Proc. Amer. Soc. hort, Sci.*, **30**, 330-331.

HARLEY C. P., MOON H. H., REGEIMBAL L. O., 1958. Evidence that post-bloom apple-thinning sprays of naphtaleneacetic acid increase blossom — but formation. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **72**, 52-56.

HARRIS W. B., 1956. Progress report on peach pruning trials. *J. Dep. Agric. S. Austr.*, **59**, 359-361 (in *HORT. ABSTR.*, 1956, 26, (4), 3361).

HARRISON T. B., 1959. Seasonal influences on peach-thinning effectiveness of N-1-naphtyl-phtalamic acid sprays. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **74**, 154-158.

HIBBARD A. D., Murneek A. E., 1950. Thinning peaches with hormone sprays. *Proc. Amer. Soc.* hort. *Sci.*, 56, 65-69.

HILDEBRAND E. M., 1944. The mode of action of the pollenicide, *Elgetol*. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **45**, 53-58.

HOFFMANN M. B., VAN GELUWE J. D., 1943. Some results of thinning certain apple varieties at bloom time with a caustic spray. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **43**, 47-50.

HOFFMANN M.B., EDGERTON L.J.,FISHER E.G., 1955. Comparisons of naphtalene acetic acid and naphtaleneacetamide for thinning apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **65**, 63-70.

HORSFALL F., MOORE R. C., 1956. Isopropyl N — (3 chlorophenyl) — carbamates and other carbamates as fruit thinning sprays for *Halehaven*, *Ambergem* and *Elberta* peaches. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **68**, 63-70.

HORSFALL F., MOORE R. C., 1961. New chemical potentiates and weather as adjuvants to apple thinning by the sodium salt of naphtalene acetic acid. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **77**, 9-21.

JAAKKO SAKÖ., 1959. Chemical thinning of apples. *Publ. of the Finish Agric. Res. Stat. n*° 174-22.

JONES I. D., 1932. Further observations on influence of leaf area on fruit growth and quality in the peach. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **29**, 34-38.

KELLEY V. W., 1955. Effect of naphtaleneacetic acid on the transpiration of *Jonathan* apple shoots. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **66**, 65-66.

KELLEY V. W., 1955. Time of application of naphtaleneacetic acid for fruit thinning of the peach in relation to the June drop. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **66**, 70-72.

LUCKWILL L. C., 1948. The hormone content of the seed in relation to endosperm development and fruit drop in the apple. *J. hort. Sci.*, **24**, 32-44.

LUCKWILL L. C., 1953. Studies of fruit development in relation to plant hormones. II : The effect of naphtalene acetic on fruit set and fruit development in apples. *J. hort. Sci.*, **28**, 25-40.

MAC CORMICK A. C., 1933. Control of biennial bearing in apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **30**, 326-329.

MAC DANIELS L. H., HILDEBRAND E. M., 1940. A study of pollen germination upon the stigmas of apple flowers treated with fungicides. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **37**, 137-140.

MAGNESS J. R., OVERLEY F. L., LUCE W. A., 1931. Relation of foliage to fruit size and quality in apples and pears. *Washington Agric. Exp. Stat. Bull.* 249.

MAGNESS J. R., FLETCHER L. A., ALDRICH W. W., 1933. Time during which fruit-bud formation in apples may be influenced in the Shenandoah Cumberland fruit districts. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **30**, 313-318.

MARSH H. V., SOUTHWICK F. W., WEEKS W. D., 1960. The influence of chemical thinners on fruit set and size seed. Development and preharvest drop of apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **75**, 5-21.

SCHNEIDER G. W., ENZIE J. V., 1943. The effect of certain chemicals on the fruit set of the apple. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **42**, 167-176.

SOUTHWICK S. W., WEEKS W. D., 1950. Some attempts to thin apples with naphtaleneacetic acide type materials after calyx. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **56**, 70-75.

SOUTHWICK F. W., WEEKS W. D., 1952. The influence of chemical thinning treatments on yield and flowering of apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **60**, 165-172.

SOUTHWICK F. W., WEEKS W. D., 1957. The influence of naphtaleneacetic acid and naphtaleneacetamid during a four-year period on thinning and subsequent flowering of apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **69**, 28-40.

STRUCKMEYER E. B., ROBERTS R. H., 1950. A possible explanation of how naphtaleneacetic acid thins apples. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **56**, 76-78.

TEUBNER F. G., MURNEEK A. E., 1955. Embryo abortion as mechanism of « hormone » thinning of fruit. *MO Agric. Stat. Res. Bull.* 590.

THOMPSON A. H., ROGERS B. L., HARLEY C. P., 1958. Some factors affecting chemical thinning of *Golden Delicious* apples with naphtaleneacetic acid plus Tween 20. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **72**, 45-51.

THOMPSON A. H., ROGERS B. L., 1959. Three years results with new chemicals for thinning of peaches after the blossoming period. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **73**, 112-119.

TSUIN SHEN, 1941. The influence of leaf-fruit. Ratio on alternate bearing in the apple. *Proc. Amer. Soc. Soc. hort. Sci.*, **38**, 127-132.

WEINBERGER J. H., CULLINAN F. P., 1932. Further studies on the relation between leaf area and size of fruit, chemical composition and fruit but formation in *Elberta* peaches. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **29**,. 23-27.

WEINBERGER J. H., 1941. Studies on time of peach thinning from blossoming to maturity. *Proc. Amer Soc. hort. Sci.*, **38**, 137-140.

WURGLER W., 1957. L'éclaircissage des pommiers. *Rev. romande Agric.*, **13**, 29-31.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (3), 215-217

NOTE TECHNIQUE

ACTION DE L'ACIDE GIBBÉRELLIQUE SUR LA PRODUCTION DES GRAINES CHEZ LA VARIÉTÉ DE LAITUE « MERVEILLE DES QUATRE SAISONS »

J. GILLOT [1] et Jacqueline PHILOUZE
avec la collaboration technique de R. BODERGAT
Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise).

Dans le cadre des recherches sur la mutagenèse développées à Versailles en collaboration avec EURATOM le programme relatif aux travaux entrepris sur la variété de Laitue *Merveille des Quatre Saisons* était freiné chaque année par la perte d'une fraction importante des mutants. En effet, Versailles étant pour cette variété à la limite des conditions climatiques indispensables pour une production normale de graines, les plantes étaient fréquemment stériles en raison d'une mauvaise sortie de leur hampe florale à travers une pomme très serrée et souvent atteinte par la pourriture. Pour éviter cette difficulté, nous avons utilisé en 1961 l'acide gibbérellique.

TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE

Le premier traitement est effectué au moment où la jeune plante possède une dizaine de feuilles. Ce nombre n'est en rien déterminant mais il nous sert de base de départ. L'application est réalisée au compte-goutte, chaque laitue recevant une quantité approximative de 20 microgrammes d'acide gibbérellique (20 mg pour 1 000 plantes) [2] déposée au cœur même de la rosette sur l'apex.

L'effet du traitement commence à se manifester d'une façon très visible vers le dixième jour après l'application et se traduit essentiellement par une élongation des tiges et des pétioles des jeunes feuilles.

Un mois après le traitement, on observe un arrêt dans l'élongation des tiges ; leur hauteur est alors de 25 cm environ. Peu après se reforme au sommet de celles-ci une rosette aux feuilles normales et des méritalles courts, ces signes annoncent un début de pommaison.

[1] J. GILLOT, Services de Biologie Direction Générale Recherche et Enseignement de l'EURATOM, détaché auprès du Laboratoire de M. P. DOMMERGUES, C. N. R. A., Versailles.

[2] La solution-mère de gibbérelline (1 p. 100) est établie de la façon suivante : 500 mg d'ac. gibbérellique sont dissous dans 50 ml d'alcool éthylique.

Cette solution diluée 25 fois avec de l'eau distillée contient approximativement 0,02 mg par goutte, diluée 500 fois elle contient environ 0,02 mg par ml (pour la pulvérisation).

A ce moment, se situe la seconde application d'acide. Pour ce traitement, le système foliacé des plantes étant bien développé, on pulvérise la solution avec un appareil à main de faible débit, la quantité attribuée à chaque plante étant pratiquement la même dans les deux méthodes (goutte et pulvérisation). Malgré cette dispersion de la dose sur toute la surface foliaire, les effets de l'acide gibbérellique sont aussi rapides que dans la première application.

Le traitement a été réalisé sur quelque 8 000 laitues disposées en planches de six lignes (ABCDEF). Les quatre lignes latérales (A B E F) sont traitées : les deux lignes centrales servent de témoin.



FIG. 1. — *Vue générale d'une planche avec les 6 lignes A B C D E F*



FIG. 2. — *Fin juin, développement comparé des deux lignes de témoins à droite (C D) et de deux lignes traitées à gauche (A B). Les plantes traitées ont toutes une hampe florale bien développée, les plantes témoins sont encore à l'état de pommes.*

RÉSULTATS

A la récolte, on constate que plus de 60 p. 100 des plantes traitées sont arrivées à maturité contre 30 p. 100 seulement chez les témoins (1).

La taille des laitues traitées se maintient à un niveau supérieur jusqu'en fin de végétation et on peut estimer que la hauteur moyenne d'une plante traitée est de 10 à 15 cm supérieure à celle du témoin. Malgré cette particularité, les plantes traitées n'ont pas été plus sensibles à la verse que les témoins car elles sont plus normalement développées et plus vigoureuses. L'élongation de la tige porte principalement sur la partie fructifère, de sorte qu'en première observation, on pouvait supposer une augmentation sensible de la production en graines des plantes traitées. Au battage cette impression s'est confirmée ; la production individuelle est en effet :

Pour les plantes traitées des lignes B et E : moyenne : 2,91, écart type : 0,128 ; pour les plantes témoins des lignes C et D : moyenne : 1,22, écart type : 0,105. (Écart réduit de la différence = 10,2, seuil à 0,01 = 2,58.) La différence entre plantes traitées et non traitées est donc hautement significative. (Les plantes des lignes A et F sont éliminées afin de supprimer un éventuel effet de bordure.)

L'analyse porte ensuite sur la variation du poids de 100 graines et montre que la différence entre plantes traitées et non traitées n'est pas significative.

L'augmentation de rendement est donc liée uniquement à une augmentation du nombre de graines comme le laissait prévoir l'allongement de la hampe florale. Pour toutes les plantes récoltées, des semis sur gel de silice sont réalisés ; la levée dans tous les cas est excellente et nous ne notons aucune variation de pouvoir germinatif entre les graines de plantes traitées et celles des témoins.

CONCLUSIONS

Bien que cette note technique ne résulte pas d'un essai spécialement mis en place pour l'étude de l'action de l'acide gibbérellique, nous considérons que l'utilisation de ce dernier est justifiée pour favoriser la production de semences de laitue tout particulièrement sous des conditons climatiques défavorables.

Reçu pour publication en juin 1962

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BUKOVAC M. J., WITTWER S. H., 1958. Reproductives responses of Lettuce (*Lactuca sativa* var. *Great Lakes*) to gibberellin as influenced by seed vernalization, photoperiod and temperature. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **71**, 407-411.

GOFFEAU A., 1961. Action des régulateurs de croissance chez quelques espèces cultivées au Congo. *Agricultura*, **9**, 215-237.

HARRINGTON J. F., 1960. The use of gibberellic acid to induce bolting and increase seed yield of tightheading lettuce. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **75**, 476-479.

(1) Ces chiffres peuvent paraître peu élevés, mais nous avons traité des mutants de types divers parmi lesquels certains sont de très faible vigueur.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (3), 219-244

MISE AU POINT

ÉTAT D'AVANCEMENT DES RECHERCHES SUR L'AMÉLIORATION DU POMMIER POUR LA RÉSISTANCE A LA TAVELURE

P. REMY et L. DÉCOURTYE
Station de Recherches d'Arboriculture fruitière, Angers (Maine-et-Loire)

SOMMAIRE

Au moment de réaliser un programme d'amélioration du Pommier pour la résistance à la Tavelure, une synthèse des données bibliographiques a été effectuée à la Station d'Angers en même temps que les premières recherches étaient entreprises.

Le comportement biologique et génétique de *Venturia inaequalis* est envisagé dans ses relations avec le Pommier, *Malus pumila*. Différentes sources de résistance à la Tavelure ont été recherchées dans le genre *Malus*. On en a étudié la transmission héréditaire et on a rassemblé les connaissances actuelles sur les mécanismes biochimiques mis en cause dans ces phénomènes de résistance.

La dernière partie de cette mise au point est consacrée à la présentation du programme de recherches de la Station d'Angers. Celui-ci a été établi en fonction des résultats des travaux de sélection entrepris dans le monde depuis une vingtaine d'années ; il s'incrit dans le cadre d'une coopération internationale. La valeur dans le temps d'un tel travail d'amélioration est discutée.

INTRODUCTION

La tavelure, provoquée par le champignon *Venturia inaequalis* (CKE) WINT., est la maladie parasitaire la plus répandue sur le Pommier cultivé, *Malus pumila*, MILL., car presque toutes les variétés y sont sensibles. Les différents organes de l'arbre peuvent être attaqués, notamment les feuilles et les fruits, plus rarement les rameaux. Les dégâts sur fruits, qui rendent ceux-ci impropres à la commercialisation, ont la plus grande importance économique.

Toutes les variétés de Pommier ne présentent pas la même sensibilité. DARPOUX (1961) a classé les variétés cultivées en France en fonction de l'intensité des attaques de tavelure sur les différents organes (tableau 1). Les observations effectuées pendant plusieurs années à la Station d'Arboriculture de Pont-de-la-Maye (Gironde) confirment l'ordre de sensibilité des variétés mentionnées par DARPOUX.

TABLEAU I

Classement des variétés de Pommier en fonction de leur sensibilité à la tavelure, d'après DARPOUX (1961)

Variété	Sensibilité sur feuilles	Sensibilité sur fruits
Calville blanc (*)	5	4
Red Delicious (*)	4 à 5	4 à 5
Golden Delicious	4	4
Reinette blanche du Canada	3	3
Cox's Orange	2 à 3	2 à 3
Jonathan	2 à 3	2 à 3
Reinette grise du Canada	3	1
Reinette de Caux	3	1
Reinette du Mans	3	0,5
Belle de Boskoop	0 à 3	0 à 2

(*) Les variétés *Calville blanc* et *Red Delicious* sont également sensibles sur rameaux.
La note 0 correspond à l'absence d'attaque, la note 5 à l'attaque maximale.

On constate souvent que les variétés à fruits liégeux ou gris présentent une sensibilité moindre sur fruits que sur feuilles. Ceci semble indiquer que l'épiderme liégeux constitue une barrière relativement efficace à la pénétration du parasite.

Les attaques de tavelure peuvent avoir lieu pendant toute la durée de végétation, du mois d'avril au mois de septembre, et leur intensité est fonction des conditions du milieu, notamment de l'humidité. Les régions à printemps sec sont peu favorables au développement du champignon : c'est le cas en France des régions méditerranéennes et aux États-Unis de l'état du Washington. Du fait des contaminations très réduites dans ces régions, l'échelle de sensibilité des différentes variétés se trouve considérablement restreinte. Dans d'autres régions où la tavelure est présente, l'ordre de classement des variétés peut être modifié. PAVICEVIC et STANCEVIC (1954) signalent que, dans des localités de Yougoslavie où les variétés *Red Delicious* et *Winesap* sont atteintes, *Jonathan* n'est pas attaquée alors que ces trois variétés sont sensibles en France.

La protection contre la tavelure pose de nombreux problèmes économiques et techniques. MAINIÉ (1960) a chiffré à 25 pour cent des charges globales d'exploitation le coût des traitements antiparasitaires ; les dix à douze traitements nécessaires pour lutter contre la tavelure représentent plus de la moitié de ces frais. De plus, ils s'accompagnent d'inconvénients d'ordre cultural ; l'épiderme fragile des jeunes fruits peut être brûlé et devenir liègeux et, d'aure part, le passage répété des appareils de traitement finit par tasser le sol et par en altérer la structure. Enfin, le consommateur s'inquiète de plus en plus de l'influence des produits de traitements sur la qualité nutritive et hygiénique des fruits.

L'amélioration génétique du Pommier conduisant à l'obtention et à la culture de variétés résistantes à la tavelure permettrait de pallier ces inconvénients et d'offrir une voie nouvelle à l'arboriculture. En moins de vingt années de recherches, le problème a fait, aux États-Unis, de tels progrès que l'on peut envisager la mise au commerce de variétés résistantes d'ici une dizaine d'années.

Ce mémoire présente les connaissances génétiques actuelles concernant le parasite dans ses rapports avec l'hôte et l'état d'avancement de l'amélioration du Pommier pour la résistance à cette maladie. La dernière partie est consacrée au programme des recherches entreprises à la Station d'Arboriculture fruitière d'Angers.

PREMIÈRE PARTIE

LE PARASITE, *Venturia inæqualis* (CKE) WINT.

I. — COMPORTEMENT BIOLOGIQUE

Le champignon *Venturia inaequalis* (CKE) WINT. est un Ascomycète dont le cycle évolutif s'effectue entièrement sur le même hôte et comporte deux phases. La phase parasitaire est haploïde et la multiplication se fait par conidies. Ces conidies sont fusoïdes à piriformes, de couleur brun-olivâtre, le plus souvent unicellulaires, parfois bicellulaires. Leurs dimensions extrêmes varient de 11 à 45 μ pour la longueur et de 5 à 10 μ pour la largeur, mais leurs dimensions courantes sont de 17 à 30 μ de long et 7 à 9 μ de large. La phase saprophytique s'effectue en hiver sur les feuilles mortes de Pommier et comprend la formation de périthèces à l'intérieur desquels se produisent les phénomènes de fécondation et de méiose. Au printemps, la libération des ascospores assure les contaminations primaires.

KEITT et PALMITER (1938) ont montré que *V. inaequalis* était un champignon hétérothallique, c'est-à-dire hermaphrodite et autostérile. Il présente deux groupes de compatibilité. Il y a interstérilité entre deux souches appartenant au même groupe et la fertilité n'est obtenue qu'en mettant en présence deux souches appartenant chacune à l'un des groupes.

Les phénomènes de fécondation sont relativement complexes. KILLIAN (1917) et FREY (1924) ont étudié la formation de l'ascocarpe, organe où se produisent ces phénomènes. Un hyphe de type végétatif présente une croissance en hélice et différencie un ascogone prolongé par un trichogyne. L'extrémité d'un autre hyphe forme une anthéridie multinucléée qui vient en contact avec le trichogyne. Au point de contact de ces deux organes, les noyaux de l'anthéridie passent dans l'ascogone. Des cellules multinucléées se forment ensuite et donnent naissance à un réseau d'hyphes ascogènes, comportant des cellules typiquement binucléées. Après la formation d'une anse ascogène, deux noyaux fusionnent pour constituer le noyau primaire de l'asque. Une méiose suivie d'une division mitotique conduit à la formation de huit ascospores. Chaque ascospore comporte à maturité deux cellules uninucléées. En germant, elle forme un mycélium végétatif composé de cellules uninucléées.

BACKUS et KEITT (1940) ont précisé l'orientation des divisions qui surviennent dans l'asque. Les faisceaux de la première division sont orientés d'une façon constante dans la plus grande longueur de l'asque, tandis que les faisceaux des deuxième et troisième divisions sont orientés longitudinalement, obliquement ou rarement transversalement. Il peut s'ensuivre exceptionnellement une modification dans l'ordre normal des spores sœurs.

Les travaux sur la cytologie de l'asque et la méiose ont permis à KEITT et ses collaborateurs (BACKUS, KEITT, 1940 ; DAY, BOONE, KEITT, 1956) d'établir que le nombre de chromosomes de la phase haploïde chez *V. inaequalis* est $n = 7$.

Du fait de la situation en ordre dans l'asque des huit produits de la méiose, *V. inaequalis* offre les mêmes possibilités d'analyse de tétrades que le *Neurospora*. Il présente par contre deux particularités par rapport à ce dernier :

— son mycélium est cloisonné à un seul noyau haploïde par cellule, pendant la phase parasitaire et la phase végétative *in vitro*. Ceci permet d'étudier les effets d'un seul gène et d'éliminer les interactions hétérocaryotiques (KEITT, BOONE, 1956). Toutefois, ces auteurs ont signalé (KEITT, BOONE, 1954 ; BOONE, KEITT, 1959) la croissance « synergique » sur milieu minimum de deux mutants biochimiques différents. Une telle croissance pourrait s'expliquer par la formation d'hétérocaryotes ;

— son caractère de parasite permet d'étudier la génétique de la virulence et la nature des relations hôte-parasite.

La forme haploïde peut être cultivée très facilement sur des milieux simples, gélosés ou liquides, à base de glucose et d'extrait de malt.

Dès 1915, KEITT (1915) avait mis au point une technique d'isolement monoconidien qui consiste à prélever sous le microscope la fraction de gélose entourant une conidie.

La technique permettant d'obtenir *in vitro* la phase sexuée est plus délicate : elle nécessite l'adjonction au milieu d'une décoction de feuilles mortes et un séjour des cultures à une température de + 10°C. La formation de périthèces et l'obtention d'ascospores mûres demandent 4 à 5 mois (KEITT, LANGFORD, 1941).

Les cultures *in vitro* ont montré l'existence de variations dans les caractères morphologiques et physiologiques de *V. inaequalis*. PALMITER (1932, 1934) a observé que des cultures provenant d'isolements monoconidiens d'origine variée présentaient des différences quant à la quantité de mycélium

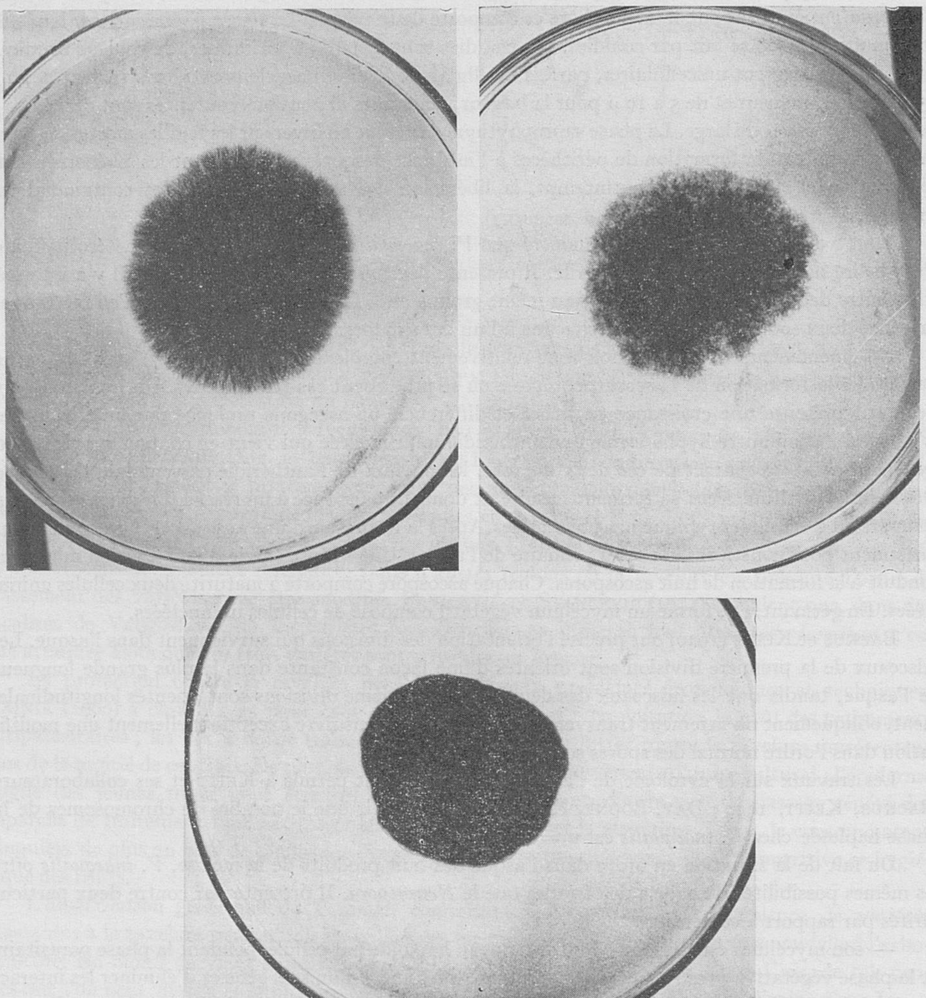


FIG. 1 — *Variations dans l'aspect marginal des colonies de différents isolements de tavelure après 30 jours de culture sur milieu gélosé.*
En haut, à gauche : isolement 14 (*Improved Blackstayman*, Maine-et-Loire),
En haut à droite : isolement 7 (*Winter Banana*, Deux-Sèvres),
En bas : isolement 11 (*Reinette du Canada blanc*, Maine-et-Loire).

aérien produit, l'aspect marginal des colonies, la vitesse de croissance du mycélium, la quantité de conidies produites et leur longueur. Il montrait en outre que la longueur des conidies d'une même souche [1] variait en fonction de la variété de Pommier parasitée ; produites sur *Rome Beauty*, les conidies avaient une longueur moyenne de 22 μ tandis que celles produites sur *Yellow Transparent* n'atteignaient que 18 μ.

Des différences morphologiques analogues ont été observées dans le comportement des isolements que nous avons effectués en provenance de diverses régions françaises. C'est ainsi que l'isolement 8 se caractérise par une croissance très rapide, avec de longs filaments radiaux et une teinte

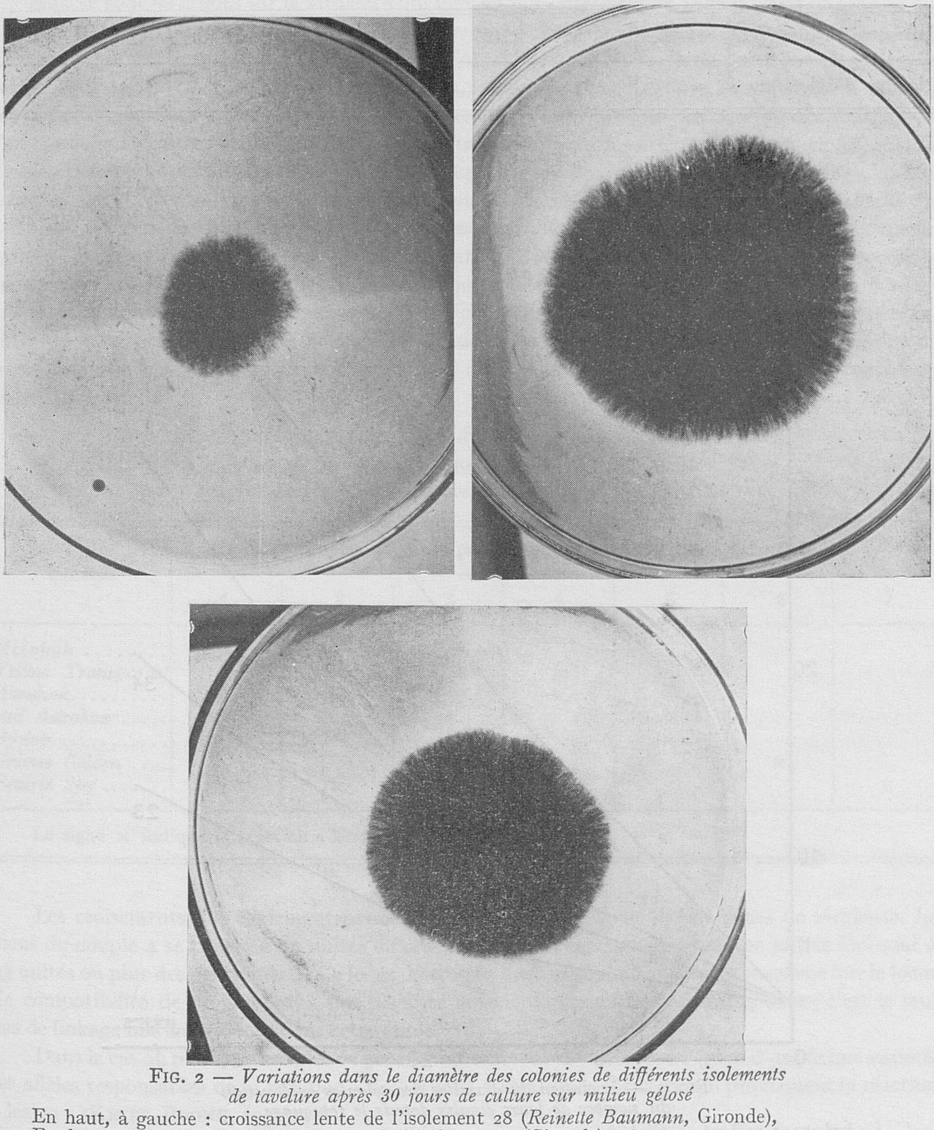


FIG. 2 — *Variations dans le diamètre des colonies de différents isolements de tavelure après 30 jours de culture sur milieu gélosé*
En haut, à gauche : croissance lente de l'isolement 28 (*Reinette Baumann*, Gironde),
En haut, à droite : croissance rapide de l'isolement 4 (Gironde),
En bas : croissance moyenne de l'isolement 14 (*Reinette du Canada*, Maine-et-Loire).

(1) La souche provient d'une seule conidie ou d'une seule spore ; elle correspond génétiquement au clone.

vert olive. L'isolement 3 a une teinte gris clair, une croissance rapide avec des auréoles concentriques. Les isolements 4, 7 et 11 diffèrent par leur aspect marginal (figure 1). Des différences importantes se constatent également dans la vitesse de croissance des colonies (fig. 2 et 3) ; les trente-six isolements que nous avons étudiés peuvent faire l'objet d'un classement d'après le diamètre des colonies mesuré 30 jours après le repiquage (tableau 2).

TABLEAU 2

Classement de 36 isolements d'après le diamètre des colonies mesuré 30 jours après le repiquage

Diamètre en mm	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50
Nombre d'isolements. .	5	9	9	4	4	1	0	2

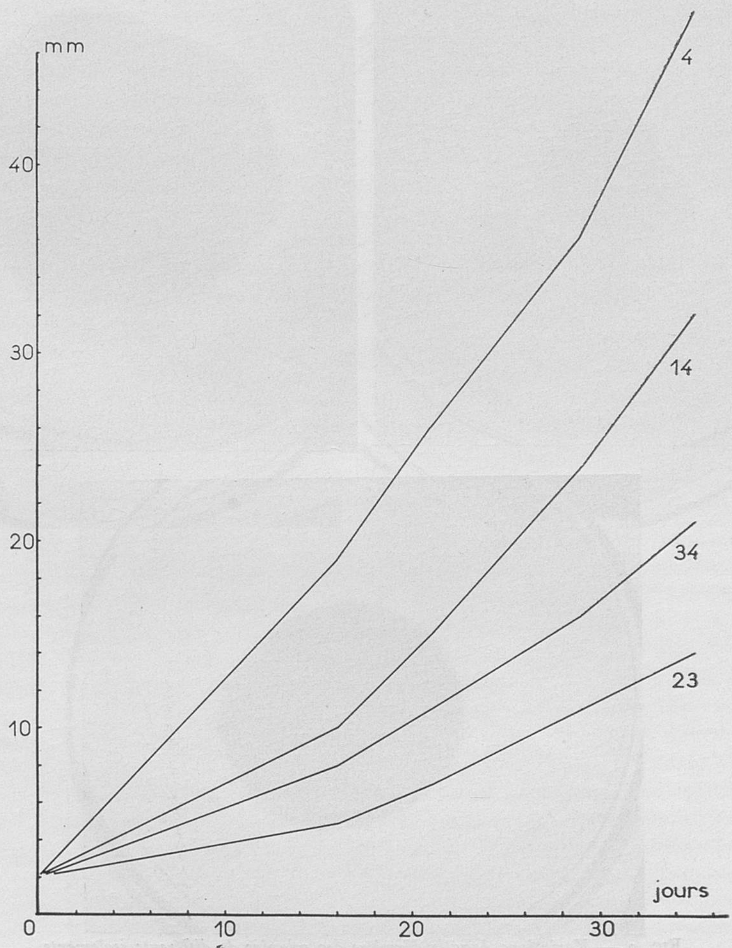


FIG. 3 — *Évolution du diamètre des colonies en fonction du nombre de jours écoulés depuis le repiquage*

4 : isolement prélevé en Gironde,
14 : isolement prélevé en Maine-et-Loire sur *Improved Blackstayman,*
34 : isolement prélevé dans le Puy-de-Dôme sur *Reinette du Canada Blanc,*
23 : isolement prélevé en Lot-et-Garonne sur *Reinette du Canada Blanc.*

II. — Comportement génétique

L'étude de la transmission génétique des caractères morphologiques a été étudiée sur différents mutants apparus naturellement sous forme de secteurs dans des cultures en boîtes de Petri (Shay, Keitt, 1945) et sur des mutants obtenus à la suite de traitements mutagènes (Boone, Keitt, 1956). Dans la plupart des cas, les chercheurs ont pu conclure à la transmission monofactorielle du caractère mutant et mettre en évidence l'existence de quatre groupes de linkage.

Mais ce sont les études sur la virulence qui sont les plus intéressantes pour le sélectionneur.

Palmiter (1932) avait déjà constaté que divers isolements pouvaient différer par leur capacité d'infection sur une série de variétés de Pommier. Ces travaux ont été repris du point de vue génétique par les pathologistes de l'Université du Wisconsin, notamment par Keitt et Boone (Boone, Keitt, 1957 ; Keitt et coll., 1943, 1948, 1951, 1952). Ces auteurs ont étudié la virulence de dix souches de *V. inaequalis*, récoltées dans sept états, en contaminant quinze variétés de Pommier *M. pumila* choisies comme hôtes différentiels. En considérant chacune des combinaisons hôte-parasite, ils ont pu noter deux types de symptômes chez l'hôte, soit des lésions typiques, soit des réactions «fleck» [1]. Certaines souches de tavelure provoquaient les mêmes symptômes sur une variété ou un groupe de variétés, mais on pouvait toujours les caractériser d'après l'ensemble de leur réactions. Les croisements entre ces différentes souches ont montré qu'au moins sept couples de gènes situés à des loci différents conditionnaient la virulence à l'égard des variétés utilisées. Chaque couple comporte un allèle de virulence déterminant la réaction « lésion » et un allèle de non-virulence responsable de la réaction « fleck ». Une gamme de sept variétés a été retenue pour différencier ces sept couples de gènes (tableau 3).

TABLEAU 3

Variétés de Pommier permettant de différencier es 7 couples de gènes de virulence, d'après Boone *et* Keitt (1957)

Variétés	Couples de gènes pour lesquels la variété est différentielle						
	1	2	3	4	5	6	7
McIntosh	×						
Yellow Transparent	×		×	×			
Haralson		×		×			
Red Astrakan			×				
Hyslop				×	×		
Grimes Golden						×	
Prairie Spy		×					×

Le signe × indique la réaction « lésion ».

Les croisements ont également permis de localiser certains couples de gènes de virulence. Le locus du couple 4 se trouve à 13 unités de crossing-over du centromère ; tous les autres loci sont à 33 unités ou plus des centromères. Le locus du couple 1 est situé sur le même chromosome que le locus de compatibilité de croisement, à une distance voisine de 32 unités de crossing-over ; c'est le seul cas de linkage mis en évidence dans cette étude.

Dans le cas où plusieurs couples de gènes conditionnent la virulence à l'égard d'une même variété, les allèles responsables de la réaction « fleck » sont épistatiques sur ceux qui provoquent la réaction « lésion » (Keitt, Boone, 1951).

(1) Nous avons conservé dans le texte la terminologie « fleck » utilisée par Keitt et Boone ; ce symptôme correspond à de petites taches chlorotiques sur les feuilles.

Les sept loci de virulence ont été numérotés de 1 à 7 ; le symbole *p*— représente l'allèle de non-virulence, le signe + étant ajouté en exposant pour l'allèle de virulence. Par exemple, la souche de tavelure (*p*—2^+ *p*—4^+) est virulente à l'égard de *Haralson*, tandis que les souches (*p*—2 *p*—4), (*p*—2^+ *p*—4), (*p*—2 *p*—4^+) n'attaquent pas cette variété, quel que soit le reste de leur génotype.

SHAY et HOUGH (1951) ont montré en outre que des isolements différents ne produisent pas les mêmes symptômes sur un même clone de *Malus* totalement résistant. C'est ainsi que pour 23 origines de tavelure *M. atrosanguinea* 804 réagit à l'infection artificielle par la formation sur les feuilles d'un grand nombre de petites concavités semblable à des piqûres d'épingle, tandis qu'il ne montre aucun symptôme visible pour trois autres. Sur les semis de *M. floribunda* 821, l'étalement des réactions va de la lésion nécrotique sans sporulation à l'absence totale de symptômes visibles.

Du fait qu'à l'intérieur de l'espèce cultivée *M.pumila* il n'existe pas de résistance pratique vis-à-vis de la population de tavelure, il ne paraît pas utile d'inventorier toutes les souches de tavelure existantes qui se renouvellent par la méiose chaque année. C'est l'ensemble de ces souches qui constitue la race 1. Lorsque des espèces de *Malus* réputées entièrement résistantes à la race 1 de tavelure viennent à être attaquées, il est alors particulièrement intéressant d'étudier complètement la nouvelle souche du parasite. C'est dans ces conditions que SHAY et ses collaborateurs en 1951 (McCRORY, SHAY, 1951 ; SHAY, WILLIAMS, 1953 ; SHAY, DAYTON et coll., 1955) ont pu mettre en évidence et isoler la race 2 de *V. inaequalis*. Cette race attaque la variété *Dolgo* (*M. baccata*), certains semis de Pommier d'origine russe *R 12740-7A* (*M. pumila*) et, dans certaines conditions, la variété *Geneva* (*M. niedzwetzkyana*). Une race 3 a ensuite été isolée, n'attaquant que cette variété *Geneva*. Enfin tout récemment, une race 4 était mise en évidence à la suite de l'attaque de certains semis de *R 12740-7A* résistants à la race 2. Définies de cette façon, les races 2, 3 et 4 correspondent chacune à une lignée tandis que la race 1 correspond à une population.

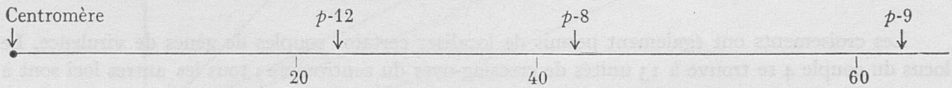
L'étude génétique des races 2 et 3 (WILLIAMS, SHAY, 1957) a permis d'identifier quatre nouveaux loci de virulence ayant les caractéristiques suivantes :

p—8^+ attaque *Dolgo* ;
p—9^+ attaque certains semis de *R 12740-7A* ;
p—10^+ attaque *Geneva* ;
p—11^+ attaque *Geneva*, mais à un degré moindre que p—10^+.

Les constitutions génétiques des trois premières races à l'égard des loci *p*—8 à *p*—11 est donc la suivante :

race 1 :	*p*—8	*p*—9	*p*—10	*p*—11
race 2 :	*p*—8^+	*p*—9^+	*p*—10	*p*—11^+
race 3 :	*p*—8	*p*—9	*p*—10^+	*p*—11

Lors de la même étude, deux gènes de moindre virulence vis-à-vis de *M. sikkimensis*, *p*—12′ et *p*—13′, ont également été mis en évidence. Le groupe de linkage suivant a été établi :



Le locus *p*—12, que l'on a localisé par rapport au centromère, pourrait correspondre au locus *p*—4 de KEITT et BOONE.

Différentes souches de tavelure appartenant à la race 1 ont montré en culture des formes mutantes ne présentant plus le caractère de virulence. Plusieurs auteurs ont cherché une liaison entre la capacité d'infection de ces différentes souches et leurs exigences nutritionnelles. KEITT et ses collaborateurs (LEBEN, KEITT, 1948 ; PELLETIER, KEITT, 1954) ont étudié l'influence des sources de carbone et d'azote ainsi que celle des vitamines sur la croissance *in vitro* de quatre souches sauvages virulentes et trois souches mutantes non virulentes. Pour certains produits, la mutation s'accompagne

soit d'un gain soit d'une perte dans la faculté du parasite à les utiliser. Toutefois il n'y a pas de différences systématiques dans l'assimilation de ces composés par les souches selon qu'elles sont virulentes ou non.

BOONE et ses collaborateurs (KEITT, BOONE, 1954 ; LAMEY, BOONE, KEITT, 1956) ont mis au point une technique de recherche des mutants biochimiques obtenus par le traitement des conidies sauvages au gaz moutarde ou aux rayons ultra violets. Ils ont ainsi isolé des mutants totalement incapables de croître sur des milieux dépourvus de l'un des composés suivants : choline, acide pantothénique, acide nicotinique, inositol, pyrimidine, purine, arginine et histidine. Les mutants exigeant pour leur croissance de la pyrimidine ou de l'histidine ont perdu leur virulence ; par contre, les autres mutants se sont montrés capables d'infecter le Pommier et ils doivent donc trouver chez celui-ci la substance qui leur est nécessaire (BOONE, KLINE, KEITT, 1957).

LEBEN, BOONE et KEITT (1955) ont également recherché des mutants résistants aux fongicides. Quatre produits ont été utilisés dans cette étude. Avec les quatre produits utilisés, les auteurs n'ont trouvé qu'une seule souche mutante. Celle-ci est capable de pousser sur un milieu contenant 5 000 fois la concentration qui détruit la souche sauvage. Après croisement, il est apparu que cette souche mutée ne différait de la souche sauvage que par un seul gène. Parallèlement on a constaté que cette mutation de résistance au fongicide s'accompagnait d'une perte totale de virulence.

Alors que DUNIN (1959) signale la possibilité pour *V. inaequalis* de s'adapter aux fongicides cupriques et au thirame, ROSS et HAMELIN (1961) ont trouvé que des isolements de tavelure prélevés dans des vergers traités depuis plusieurs années avec l'un des fongicides courants ne sont pas plus résistants à ces produits que des isolements provenant de vergers non traités.

III. — CONCLUSION

Les études portant sur *V. inaequalis* ont montré que cet Ascomycète avait un comportement génétique voisin de celui de *Neurospora*. Les cultures *in vitro* des différents isolements présentent une grande variabilité dans leur aspect morphologique et dans leurs caractères physiologiques. La production de mutations et la réalisation de croisements entre différentes souches ont permis d'étudier certains aspects du comportement génétique du champignon.

L'étude de la transmission de différents caractères morphologiques obtenus par mutation a montré que ceux-ci étaient le plus souvent commandés par un seul gène.

La virulence du champignon, définie par rapport à une gamme d'hôtes différentiels, met en cause un nombre plus élevé de gènes. Sept loci ont été identifiés à l'intérieur de la population commune (race 1), et quatre autres sont présents dans les races 2 et 3 de virulence accrue. Une race 4, isolée récemment, doit comporter encore d'autres gènes.

Les études biochimiques n'ont pas permis de mettre en évidence une relation nette entre la virulence et les besoins nutritionnels du parasite.

DEUXIÈME PARTIE

LA RÉSISTANCE A LA TAVELURE DANS LE GENRE *Malus*

I. — SOURCES DE RÉSISTANCE

L'expérience montre que l'utilisation dans les croisements de variétés commerciales qui transmettent par ailleurs les qualités culturales ne permet pas d'obtenir un degré satisfaisant de résistance à la tavelure. Pratiquement, tous les semis de variétés cultivées sont sensibles. Toutefois SCHMIDT (1938) a obtenu, parmi les semis de la variété russe *Antonovka*, quelques sélections résistantes. Le

mode de transmission de ce caractère s'est révélé très complexe, rendant ainsi difficile l'aboutissement rapide d'un programme d'amélioration.

Les observations de HOUGH (1944) mettant en évidence la résistance de certains semis du clone 821 de *M. floribunda,* ont ouvert en 1944 des perspectives nouvelles pour les recherches et les travaux d'amélioration génétique du Pommier. Dès l'année suivante, HOUGH et SHAY établissaient entre les Universités d'Urbana (Illinois) et de Lafayette (Indiana) un programme commun ayant pour objectif

TABLEAU 4

Classification des clones de Malus sp. en fonction des symptômes manifestés après infection en serre, d'après SHAY *et* HOUGH (1952)

Classe d'infection et clone	Nombre minimum de jours d'incubation	Diamètre du fruit en cm	Utilisation comme géniteur (**)
0. pas de manifestation macroscopique de l'infection :			
M. honanensis (1582-35)	—	1,0	
M. toringo (852)	—	0,7	+
1. petites piqûres d'épingle, aucune sporulation :			
M. atrosanguinea (804)	2 1/2	1,0	+
M. floribunda (821)	6	1,2	+
M. halliana (823)	4	0,7	
M. micromalus (245-38)	2 1/2	2,0	+
M. prunifolia microcarpa (782-26)	8	1,5	+
M. prunifolia var. (19651)	6	2,5	+
M. prunifolica xanthocarpa (591-25)	10	0,8	+
M. sargenti (843)	4	1,0	+
M. sieboldii (2972-22)	10	1,0	+
M. species (M. A. 4) (*)	6	1,0	
M. species (M. A. 1255) (*)	11	1,0	
M. zumi calocarpa (Dg. R 27 T 48 et 49)	4	1,0	+
2. lésions chlorotiques ou nécrotiques irrégulières ; aucune sporulation :			
Geneva	5	7,0	
M. baccata var. Alexis	6	2,5	
M. baccata var. Bitter crab	6	4,5	
M. baccata var. Dolgo	6	3,8	
M. hupehensis (241-37)	4	1,0	
M. pumila (R 12740-7A)	4	4,5	+
M. sikkimensis (1363-24)	3	1,2	
26829-2-2	7	4,5	+
26830-2	11	4,5	+
3. lésions avec légère sporulation :			
M. baccata jackii	18	1,0	
M. species (M. A. 8) (*)	26	1,5	+
M. species (M. A. 16) (*)	12	3,0	+
4. lésions étendues avec sporulation abondante :			
Jonathan	9	7,0	
Golden Delicious	9	8,0	

(*) Ces clones proviennent du Morton Arboretum (Illinois) et semblent résulter d'un croisement interspécifique.

(**) Il nous a paru utile de signaler dans la dernière colonne les clones utilisés jusqu'à maintenant comme géniteurs.

la recherche, parmi les différentes espèces de *Malus,* de clones résistants à la tavelure et la création de variétés commerciales résistantes. Leurs premiers travaux furent publiés à partir de 1949 (HOUGH, SHAY, 1949 ; HOUGH, SHAY, DAYTON, 1953 ; SHAY, HOUGH, 1952).

La résistance est évaluée en contaminant, en serre, les très jeunes feuilles soit de plants issus de semis soit de pousses variétales en croissance active. La contamination est effectuée par la pulvérisation d'une suspension de conidies appartenant à la race 1, suivie d'une incubation en milieu très humide à une température voisine de 18°C. Une échelle de notation a été définie en fonction des différents symptômes foliaires consécutifs à l'infection. Elle comprend cinq classes :

classe 0 : absence de réaction macroscopique à l'infection,

classe 1 : présence de très nombreuses petites piqûres d'épingles (0,5 mm) qui peuvent se réunir et former des taches plus claires (1 à 2 mm),

classe 2 : présence de lésions nécrotiques ou chlorotiques de 2 à 5 mm sans sporulation,

classe 3 : présence de lésions nécrotiques limitées et d'une sporulation plus ou moins abondante mais ne conduisant pas à la défoliation,

classe 4 : présence de lésions graves et d'une sporulation très abondante provoquant la chute des feuilles.

Les classes 0, 1 et 2 correspondent à la notation « fleck » utilisée par KEITT dans ses travaux sur la virulence, les classes 3 et 4 à la notation « lésion ». L'évaluation de la résistance d'une trentaine de clones de *Malus sp.* a permis de les répartir dans les différentes classes de notation (tableau 4). Près de vingt clones présentent une résistance marquée et dix d'entre eux ont déjà été utilisés comme géniteurs.

II. — MODE DE TRANSMISSION

La résistance propre d'un clone ne renseigne pas sur son aptitude à transmettre ce caractère à ses semis. Deux facteurs importants à considérer concernent le degré de la résistance transmise et le pourcentage de plantules résistantes. La transmission de la résistance s'effectue selon deux modalités (tableau 5) ; l'une, à hérédité simple, met en cause un ou deux couples de gènes, l'autre, à hérédité plus complexe, fait intervenir plusieurs gènes qui participent d'une façon complémentaire à l'établissement d'un niveau de résistance suffisant.

TABLEAU 5

Espèces et variétés de Pommier utilisées comme géniteurs de résistance, d'après SHAY (1961)

Hérédité simple (résistance dominante)	*Hérédité polygénique*
M. atrosanguinea (804) (*)	Antonovka
M. baccata jackii (Dg. 27-1 et 2)	*M. baccata* (certains semis)
Dolgo	*M. sargenti* (843)
M. floribunda (821)	*M. sieboldii* (2972-22)
Geneva	*M. toringo* (852)
Jonsib	*M. zumi calocarpa*
M. micromalus (*)	
M. prunifolia (19651)	
M. prunifolia microcarpa (782-26)	
M. prunifolia xanthocarpa (591-25)	
M. A. 4	
M. A. 8	
M. A. 16	
M. A. 1255	
R. 12740-7 A (**)	

(*) 2 gènes de résistances.

(**) au moins 3 gènes de résistance, dont un seul confère la résistance à toutes les races.

La plupart des sources de résistance ont été largement utilisées et le comportement des hybrides obtenus a permis de constater que la résistance au stade plantule est en relation étroite avec la résistance au stade adulte. On observe toutefois que les symptômes de résistance ne se manifestent pas de la même manière parmi les descendants des différentes espèces. De plus, il n'apparaît pas toujours de correspondance entre la classe de résistance d'un géniteur et celle de ses semis. Les caractéristiques de certains géniteurs sont maintenant connues avec précision (DAYTON, SHAY, HOUGH, 1953 ; HOUGH, SHAY, DAYTON, 1953 ; SHAY, DAYTON, HOUGH, 1953 ; SHAY, WILLIAMS, JANICK, 1961 ; SPANGELO et coll., 1956).

a) *M. floribunda 821,*

Les semis infectés en serre se répartissent dans les classes 2, 3 et 4. La classe 4 correspond à des plantes qui restent sensibles au stade adulte. Par contre, les semis notés 2 ou 3 ne manifestent plus en verger que des réactions de type 1 ou 2. Pour ces deux classes, l'absence de sporulation permet de considérer qu'il s'agit d'un niveau de résistance pratique acceptable. La ségrégation des types 4 par rapport aux types 2 et 3 se fait dans les proportions 1 : 1. HOUGH, SHAY et DAYTON ont conclu à la transmission monofactorielle dominante du caractère de résistance. SPANGELO, au Canada, pense qu'il pourrait y avoir des modificateurs de ce gène majeur et il ne retient comme semis résistants que ceux ayant obtenu la note 2. L'effectif de cette classe ne représente plus alors que 11 p. 100 de la descendance.

b) *M. prunifolia 19651*

Le symptôme typique manifesté en serre par les semis résistants est la présence d'une faible sporulation sur des aires très limitées (classe 3). Ce symptôme est très voisin de celui que présentent les semis résistants de *M. floribunda* 821.

c) *M. atrosanguinea 804*

Les semis de *M. atrosanguinea* 804 manifestent sur leurs feuilles deux symptômes différents de résistance. Le premier consiste en de petites lésions nécrotiques semblables à celles que présentent les semis de *M. florinbunda* 821, le second consiste en de petites dépressions décolorées sur le limbe, comparables à des piqûres d'épingle. Ce dernier type est provoqué par une réaction d'hypersensibilité. Les deux symptômes de résistance de *M. atrosanguinea* 804 sont indépendants et commandés chacun par un couple de gènes. Seul le gène responsable du symptôme piqûre d'épingle correspond à une résistance totale au champ. Quelques attaques ont été notées en verger sur les semis n'ayant que le gène de résistance du type lésion nécrotique.

d) *M. micromalus*

Le clone étudié par SHAY possède comme le précédent deux gènes de résistance indépendants, l'un produisant le symptôme lésion nécrotique sans sporulation, l'autre produisant le symptôme petites piqûres d'épingle. Seuls les semis possédant ce dernier gène sont conservés pour la sélection ultérieure au champ. En étudiant diverses espèces botaniques, FUTH (1956) a constaté que *M. micromalus* produit le pourcentage le plus élevé de semis résistants.

e) *M. pumila, clone R 12740-7A*

Il s'agit d'un clone sélectionné à l'Université de l'Illinois dans des semis provenant de pépins reçus de Léningrad. Ses caractères botaniques l'ont fait rattacher à *M. pumila.* Toutefois, ses fruits petits et astringents, son port très dressé, le laissent fort éloigné des types cultivés. La proportion de ses semis résistants à l'ensemble de la race 1 de tavelure est très importante, puisqu'elle atteint 84 p. 100 dans les croisements avec des variétés très sensibles et 94 p. 100 dans des croisements avec *M. florinbunda* 821. Ces proportions ont permis de proposer l'hypothèse suivante pour

la constitution génétique de ce clone : cinq couples de gènes participent à la transmission de la résistance à la tavelure, le semis *R 12740-7A* ayant la constitution A*a* B*b* X*x* Y*y* Z*z*, dans laquelle A ou B confèrent la résistance, chacun ayant une valeur de 100, tandis que X, Y et Z sont des gènes mineurs auxquels on peut attribuer les valeurs moyennes X = 75, Y = 35, Z = 35. Cette hypothèse conduit aux pourcentages respectifs attendus de 84 p. 100 de plants résistants dans les croisements avec des variétés homozygotes récessives pour les caractères de sensibilité, et de 92 p. 100 dans le croisement avec *M. floribunda* 821 hétérozygote pour un autre couple de gènes de résistance.

f) *M. zumi calocarpa*

Le symptôme de résistance que l'on observe sur les semis de *M. zumi calocarpa* est du type lésion nécrotique de faible importance, plus réduite encore que sur les semis de *M. floribunda* 821 et *M. prunifolia* 19651. En première génération, la proportion de semis résistants varie en fonction du parent sensible utilisé. De plus, il est apparu que la moitié seulement des semis considérés comme résistants après l'infection en serre restent indemnes de tavelure après transplantation en verger. Dans les croisements ultérieurs, le niveau de la résistance ainsi que la fréquence des semis résistants diminuent considérablement, ce qui nécessite l'utilisation de croisements frère-sœur pour restaurer un haut niveau de résistance. Ces observations donnent à penser que la résistance de *M. zumi calocarpa* est d'ordre polygénique.

g) *Antonovka*

En 1936, SCHMIDT (1936) a établi que certains clones du groupe variétal *Antonovka* (*M. pumila*) étaient résistants à un grand nombre d'isolements de tavelure. Par la suite, (SCHMIDT, 1938), il signalait que 10 p. 100 des descendants d'*Antonovka* sont résistants et il procédait à la sélection d'un certain nombre d'entre eux.

La mise en évidence de plusieurs gènes de résistance rend nécessaires des croisements entre les différents clones afin de déterminer si certains de ces gènes n'occupent pas des loci identiques. L'analyse des disjonctions en F_2 permettra de déceler d'éventuels phénomènes d'allélisme. D'ores et déjà, on a pu montrer que le gène de résistance de *M. A.* 16 est un allèle du gène de résistance de *M floribunda* 821.

III. — RELATIONS HÔTE-PARASITE

Les relations hôte-parasite peuvent s'envisager sous l'angle génétique, cytologique et biochimique.

a) *Étude génétique*

On peut se demander, à la suite de KEIT (1952) et ZADOKS (1959), comment les connaissances actuelles sur l'hérédité de la virulence de *V. inaequalis* et l'hérédité de la résistance de *M. pumila* s'accordent avec la conception de FLOR (1956, 1959) établie pour la rouille du Lin.

FLOR a montré que la résistance du Lin à la rouille (*Melampsora lini*) étaitdominante et dépendait de cinq loci seulement comportant des séries alléliques. Chez la rouille, où la phase parasitaire est diploïde, la virulence est récessive. Elle est sous la dépendance d'un grand nombre de loci ne comportant chacun que deux allèles. Les relations entre les gènes de résistance de l'hôte et ceux de virulence du parasite s'établissent de telle sorte qu'à chaque allèle A_1 de résistance chez l'hôte correspond chez le parasite un couple de gènes V_{A_1}/v_{A_1} où v_{A_1} est l'allèle responsable de la virulence.

La résistance correspondante ne se constate que s'il existe une confrontation entre l'allèle de résistance A_1 de l'hôte et l'allèle de non-virulence V_{A_1} du parasite (tableau 6).

TABLEAU 6

Relation entre les gènes de résistance de l'hôte et les gènes de virulence du parasite

Lin→ / Rouille ↓	A_1 A_1	A_1 a_1	a_1 a_1
V_{A_1} V_{A_1}	—	—	+
V_{A_1} v_{A_1}	—	—	+
v_{A_1} v_{A_1}	+	+	+

Le signe + correspond aux combinaisons sensibles
Le signe — correspond aux combinaisons résistantes.

Pour qu'une variété de Lin soit effectivement résistante, il suffit que la combinaison précédente puisse se réaliser pour un seul des allèles de l'un des cinq loci de résistance de l'hôte.

En ce qui concerne la tavelure du Pommier, un certain nombre de points communs avec la conception de FLOR se dégagent des connaissances actuelles. Dans les deux cas, le parasite est capable de traverser la cuticule de l'hôte et les symptômes ne se manifestent qu'après la pénétration et l'installation du mycélium. Il n'existe pas de barrière mécanique à cette pénétration et des relations hôte-parasite s'établissent.

La tavelure, comme la rouille, possède un grand nombre de loci de virulence sans série allélique; treize loci ont été identifiés, mais il en existe certainement beaucoup plus. Le caractère récessif du gène de virulence n'a pas pu être mis en évidence chez la tavelure, la phase parasitaire étant haploïde. Par contre, l'observation de KEITT selon laquelle les allèles de non-virulence sont épistatiques sur les allèles de virulence est en parfait accord avec le fait qu'une seule combinaison hôte-parasite incompatible détermine la résistance du Lin.

Pour le Pommier, comme pour le Lin, la résistance est dominante et sous la dépendance d'un petit nombre de loci. L'étude des croisements entre les différents géniteurs permettra sans doute de montrer que le nombre de ces loci est plus réduit comme le laisse penser le fait que le gène de résistance de *M. A.* 16 est un allèle de celui de *M. floribunda* 821.

b) *Étude cytologique*

NUSBAUM et KEITT (1938) ont étudié les différences cytologiques dans des combinaisons hôte-parasite où les symptômes variaient du type 1 au type 4 dans l'échelle de sensibilité. Plusieurs souches de tavelure, appartenant toutes à la race 1, ont été utilisées séparément pour infecter des variétés commerciales de Pommier (tableau 7).

TABLEAU 7

Variation des symptômes apparaissant après l'infection de trois variétés de Pommier par deux souches de tavelure, d'après NUSBAUM *et* KEITT (1938)

Tavelure → / Pommier ↓	souche 17	souche 22
Transparente blanche	3	4
Fameuse....................	4	3
Missouri Pippin	2	1

La note 4 correspond à la plus grande sensibilité.

Dans tous les cas, on observe la germination de la conidie dans les 24 heures qui suivent la contamination. Après 48 heures, l'hyphe primaire est beaucoup plus développé dans les combinaison sensibles (types 3 et 4) que dans les combinaisons résistantes (types 1 et 2).

Dans les combinaisons sensibles, l'hyphe primaire établit un réseau dendritique présentant une croissance vigoureuse. Six jours après la contamination, les tissus de l'hôte sont encore normaux mais au-delà de dix jours on observe une altération de la couche palissadique supérieure, une disparition des plastes et une vacuolisation marquée. Les cellules en contact avec le réseau mycélien ne tardent pas à se nécroser et à mourir.

Dans la combinaison résistante de type 2, l'hyphe primaire est grêle, reste capable d'émettre de longs hyphes secondaires, mais on ne constate aucune sporulation. Les tissus de l'hôte demeurent apparemment intacts; on observe seulement la disparition des plastes dans les cellules palissadiques voisines du lieu d'infection.

Dans la combinaison résistante de type 1, les cellules épidermiques sont hypersensibles et meurent dans les deux jours qui suivent la pénétration du parasite dans la zone subcuticulaire. Le champignon s'étend faiblement sans former de taches d'un diamètre supérieur à 2 mm. Un mécanisme cytologique semblable est responsable du symptôme « piqûre d'épingle » qui se manifeste deux jours et demi après la contamination de certaines espèces résistantes, notamment *M. atrosanguinea* 804 (SHAY, HOUGH, 1952).

c) *Virulence du parasite et déficiences nutritionnelles*

Nous avons signalé déjà dans l'étude du parasite que certains types de déficience nutritionnelle s'acompagnent d'une perte de virulence (BOONE, KLINE, KEITT, 1957). KLINE, KEITT et BOONE (KEITT, BOONE, 1956 ; KLINE, BOONE, KEITT 1957) ont montré que la virulence des mutants choline⁻ riboflavine⁻, pyrimidine⁻, arginine⁻, histidine⁻, méthionine⁻, lysine⁻, est rétablie lorsqu'on fournit à l'aide de pulvérisations foliaires la substance non synthétisée par le champignon. Les différents mutants ont des exigences particulières quant à l'époque et au nombre de pulvérisations nécessaires pour obtenir la réaction « lésion ». Il apparaît que la progression de l'infection peut être arrêtée pendant plusieurs jours, si on supprime les pulvérisations, et reprendre si on les applique de nouveau. Dans la plupart des cas, l'expression de la virulence s'accroît avec le nombre de traitements. Il ne semble donc pas qu'au fur et à mesure de sa croissance le mutant devienne davantage capable de tirer de l'hôte la substance dont il a besoin. Toutefois la virulence des souches adénine⁻ et guanine⁻ n'est pas restaurée dans les mêmes conditions, ce qui peut s'expliquer par la phytotoxicité de l'adénine et la très faible solubilité dans l'eau de la guanine.

L'injection de solutions dans le système vasculaire a permis de réablir la virulence pour les mutants choline⁻ et histidine⁻, mais elle est restée sans résultats pour quatre autres mutants qui avaient donné des réponses positives aux pulvérisations foliaires.

Aucune réaction de virulence n'a été obtenue en utilisant comme inoculum un mélange de conidies provenant de souches mutantes déficientes pour des composés différents, alors que des phénomènes de synergisme ont été observés *in vitro*.

d) *Influence du métabolisme de l'hôte sur la résistance*

KIRKHAM (1954, 1957) a pu extraire par l'acétate d'éthyle des substances phénoliques présentes normalement chez le Pommier et capables d'empêcher le développement du parasite *in vitro*. Cse substances se trouvent en quantités différentes chez les variétés résistantes et chez les variétés sensibles. Injectées à un hôte sensible, elles empêcnent la sporulation du parasite.

FLOOD et KIRKHAM (1959) ont récemment souligné l'action de l'acide chlorogénique comme constituant important des composés phénoliques du Pommier. L'acide chlorogénique est capable de réduire considérablement la croissance et la sporulation du champignon, aussi bien *in vitro* qu'*in vivo*. Le composé en C9, obtenu par hydrolyse et qui peut être considéré comme l'acide dihydroxy-

cinnamique, est la partie active de la molécule d'acide chlorogénique. Toutefois, ces auteurs n'ont pas constaté, dans leur étude, de différences dans la nature des composés phénoliques présents chez des variétés de Pommier de sensibilité très différente.

BARNES et WILLIAMS (BARNES, 1959 ; BARNES, WILLIAMS, 1960) ont réalisé des contaminations avec les races 1, 2 et 3 de tavelure sur la variété *Geneva*, sensible à la race 3, et sur le plant *348-1* (semis de *R 12740-7A*), sensible à la race 2. Des prélèvements de tissus, échelonnés de 40 heures à 23 jours après la contamination, ont été traités par du méthanol, l'extrait alcoolique étant par la suite séparé en trois phases à l'aide de différents solvants. Cette technique a permis d'isoler un composé phénolique fluorescent présent dans les feuilles contaminées à une concentration plus forte que dans les feuilles saines. Par exemple, dix jours après la contamination, ce composé phénolique se trouve dans les feuilles du plant *348-1* dans les proportions suivantes :

tissus sains	1,3
tissus avec réaction résistante	18,3
tissus avec réaction sensible	25,9

La concentration globale est la plus forte pour les combinaisons hôte-parasite sensibles, mais la concentration à l'intérieur des cellules doit être plus forte dans les combinaisons résistantes. étant donné qu'un plus petit nombre de cellules est intéressé par l'infection. Ce composé phénolique n'est pas spécifique de la réaction à la tavelure puisqu'on le trouve également dans les feuilles atteintes d'oïdium (*Podosphaera leucotricha*). Par contre, on ne le trouve pas dans les filtrats de culture du parasite. Il semble donc bien qu'il résulte du métabolisme de l'hôte. BARNES et WILLIAMS estiment toutefois que ce composé, qui est insoluble dans le solvant d'extraction utilisé par KIRKHAM, ne peut pas correspondre à l'un des produits déjà trouvés par ce dernier.

Parallèlement à l'apparition de ce composé phénolique fluorescent, BARNES a trouvé dans ses extraits un principe stimulant *in vitro* la croissance de la tavelure. Il s'agit d'un autre composé phénolique qu'il a identifié à la phloridzine et que le champignon est capable d'utiliser *in vitro*. Parmi les produits de dégradation qui en résultent, un seul a une action stimulante sur l'ensemble des races de tavelure, tandis qu'un autre, le M-inositol, réduit *in vitro* la croissance et la sporulation de la race 2. Ces différents produits ont été injectés dans les tissus des variétés *Geneva* et *348-1* contaminées par les races 1, 2 et 3 en vue de modifier les relations hôte-parasite. Seule l'injection du M-inositol a déterminé la résistance du *348-1* à la race 2, tandis que la sensibilité de *Geneva* à la race 3 n'était pas modifiée. La résistance à la race 1 de l'une et l'autre de ces deux variétés de Pommier n'a pas été altérée par l'injection des différents produits.

KUC et ses collaborateurs (1957 ; 1959) ont étudié les effets de l'absorption de certains acides aminés, notamment la phénylalanine, sur les manifestations de la sensibilité. Les solutions de ces acides aminés étaient absorbées, au cours des 24 heures précédant la contamination, par le pétiole des feuilles situées au-dessous de l'extrémité de la pousse destinée à être infectée. Les résultats ont montré qu'en particulier les isomères D et DL de la phénylalanine réduisent le degré de sensibilité des variétés commerciales aux races 1, 2 et 3 du parasite et qu'ils provoquent des réactions de résistance typiques sur un semis de *R 12740-7A* sensible à la race 2 et sur la variété *Geneva* sensible à la race 3. La L-phénylalanine, qui se trouve naturellement dans les tissus de l'hôte, n'a pas de tels effets, ce qui fait penser que l'activité dépend de la configuration moléculaire.

Les mêmes acides aminés n'ont pas montré d'effets inhibiteurs sur la croissance *in vitro* du champignon l'orsqu'on les a ajoutés au milieu de culture, à des concentrations égales ou supérieures à celles des solutions injectées. Il n'apparaît donc pas que la phénylalanine puisse agir directement dans l'hôte mais plutôt comme précurseur d'un composé associé à la résistance.

Il ressort de ces différents travaux qu'un certain nombre de composés de nature phénolique ou aminée sont capables de modifier les relations hôte-parasite. Certains de ces corps sont présents en quantités plus importantes chez les variétés résistantes ; d'autres, se formant après l'infection, apparaissent à une concentration plus élevée dans les combinaisons hôte-parasite résistantes que dans les combinaisons sensibles. D'autres produits, enfin, diminuent la sensibilité de certaines variétés ou provoquent une véritable réaction de résistance lorsqu'ils sont injectés dans les tissus du Pommier.

Troisième partie

ÉTAT ACTUEL DE LA SÉLECTION DANS LE MONDE

I. — Valeur dans le temps d'un travail d'hybridation

Il serait fort souhaitable de connaître l'évolution possible de la résistance des diverses sources avant d'entreprendre un travail d'amélioration qui nécessitera 4 ou 5 croisements en retour, c'est-à-dire qui demandera 30 à 40 années pour incorporer la résistance à une variété commerciale. Dans l'état actuel des connaissances, on ne peut que se référer aux travaux analogues effectués sur des plantes annuelles ou à cycle végétatif très court.

En prenant pour exemple les espèces potagères, Shay (1957) a établi la liste des succès et des échecs dans la création de variétés résistantes. Il indique que près de la moitié des sources de résistance utilisées ont été rapidement attaquées par de nouvelles races du parasite, notamment en ce qui concerne les rouilles, l'oïdium et le mildiou. Il fait toutefois remarquer que, pour ces parasites, la reproduction est rapide, l'inoculum massif et les spores dispersées par le vent, toutes caractéristiques qui favorisent l'extension rapide de la race du parasite capable d'attaquer les variétés résistantes. Si la dissémination à longue distance ne se fait pas, la résistance dure plus longtemps ; c'est le cas du *Fusarium* de la Tomate, qui se propage par le sol et dont on connaît une race 2 capable d'attaquer des variétés commerciales considérées jusqu'alors comme résistantes.

En ce qui concerne la tavelure, l'infection d'un verger est surtout fonction des contaminations primaires, provenant en majeure partie des feuilles tavelées l'année précédente dans ce même verger. Pour les infections secondaires, il semble que les conidies ne se détachent bien que par temps pluvieux et que leur dissémination par le vent ne dépasse guère une vingtaine de mètres (Terrier, 1950). On peut espérer que ces conditions sont assez favorables au maintien de la résistance. Actuellement, les races 2 et 3 apparues en 1951 ne semblent pas s'être étendues. Leur origine reste douteuse, mais, leur apparition a coïncidé avec des introductions de matériel d'origine russe (Shay, Williams, 1956).

La question se pose également de connaître l'intérêt futur d'un travail de sélection qui utilise une résistance monogénique, comparé au travail basé sur une résistance polygénique. On estime généralement que le contrôle monogénique est moins sûr, car il n'établirait qu'une seule barrière de résistance, et il suffirait d'une modification génétique du parasite pour la franchir. En revanche, la résistance polygénique opposerait au parasite une série de seuils dont le franchissement nécessiterait plusieurs mutations ou remaniements géniques, ce qui en diminue fortement la probabilité. Quant aux mutations vers la sensibilité pouvant apparaître chez l'hôte, elles ne présentent pratiquement pas de danger, car elles sont faciles à repérer et à éliminer.

L'expérience acquise avec les plantes potagères (Shay, 1957) ne prouve pas que les résistances d'ordre monogénique aux maladies et aux nématodes soient plus facilement annulées par l'apparition de souches nouvelles du parasite que dans les cas de résistance polygénique. En ce qui concerne la tavelure, sur les vingt sources de résistance monogénique connues en 1947, quatre sont apparues sensibles depuis cette date. Les six sources de résistance polygénique sont demeurées résistantes, mais elles ont été soumises à moins d'observations systématiques.

On peut donc penser qu'il n'y a pas de risques plus grands en basant la sélection sur des résistances de type monogénique qu'en utilisant des résistances de type polygénique. En fait, les résistances de type monogénique sont beaucoup plus faciles à utiliser ; elles sont généralement plus complètes et se transmettent globalement tandis que les résistances polygéniques se diluent à chaque génération.

Étant donné nos connaissances actuelles, un programme rationnel d'amélioration doit envisager l'utilisation d'une gamme de géniteurs de résistance aussi étendue que possible, conduisant à

la sélection parallèle de variétés présentant l'un ou l'autre des gènes de résistance (SHAY, BROWN, 1959). La connaissance précise de la nature biochimique des phénomènes de résistance apporterait une information décisive pour le choix des géniteurs capables de transmettre les modes de résistance les plus complets et les plus difficiles à franchir pour le parasite. Par ailleurs l'étude de l'évolution des races de tavelure pouvant apparaître dans l'une quelconque des régions du monde doit être constamment suivie, afin que tout élargissement du spectre de virulence du parasite soit rapidement connu.

II. — LES GÉNITEURS DE RÉSISTANCE ACTUELLEMENT DISPONIBLES

La plupart des géniteurs actuellement utilisés proviennent des recherches entreprises dans le cadre du programme d'amélioration réalisé en commun entre les départements de pathologie et d'horticulture des Universités Purdue à Lafayette (Indiana), Rutgers à New Brunswick (New Jersey) et d'Urbana (Illinois). D'autres géniteurs également intéressants sont le résultat des recherches de SCHMIDT en Allemagne. Une collaboration permettant l'échange de matériel résistant et l'extension des recherches a pu s'établir au cours des quinze dernières années entre différents pays, notamment le Canada, la Grande-Bretagne, la Suède, les Pays-Bas, l'Allemagne, l'Argentine, l'Australie et la France

Chaque année, 30 000 à 40 000 pépins hybrides sont obtenus aux États-Unis (SHAY, DAYTON et coll., 1955). La contamination en serre permet d'éliminer les semis sensibles, tandis que les semis résistants sont transplantés en champ à la densité de 1 500 plants à l'hectare. Aucun traitement anticryptogamique n'est effectué par la suite sur ces arbres ; on peut alors vérifier leur résistance à la tavelure et noter leur comportement vis-à-vis d'autres parasites (Oïdium, *Phyllosticta*, etc.) dans les conditions de contamination naturelle.

La contamination en serre ne laisse subsister qu'un à deux pour cent de semis sensibles : le tri précoce qu'elle permet se révèle donc efficace, puisque tous les autres plants conservent leur résistance en verger lorsqu'ils ont atteint le stade de production.

Le schéma commun des hybridations consiste en une succession de croisements en retour entre le géniteur de résistance, qui apporte un fruit petit et de mauvaise qualité, et des variétés commerciales utilisées comme parents récurrents. Généralement, on change de variété récurrente pour des raisons de vigueur ou de compatibilité de fécondation. Toutefois on a pu observer que deux croisements successifs avec *Golden Delicious*, *Wolf River* ou *Jonathan* n'ont pas diminué la vigueur des semis.

La voie d'amélioration la plus avancée actuellement est celle qui provient de *M. floribunda* 821. Elle a utilisé les descendants de croisements effectués vers 1910 par le Dr CRANDALL qui étudiait l'hérédité des caractères dans le genre *Malus*. Le processus des hybridations s'est déroulé de la façon suivante :

M. pumila,
var. *Rome Beauty* × *M. floribunda* 821 — croisement réalisé vers 1910
↓ ↓
1433-22 — 9433-2-8 — deux sélections

1433-22 × 9433-2-8 — croisées entre elles en 1926
↓ ↓
26829-2-2 — 26830-2 — deux sélections.

Ce sont ces deux derniers hybrides résistants à la tavelure qui ont été utilisés à partir de 1946 dans le programme d'amélioration du Pommier. Ils ont été croisés avec des variétés commerciales diploïdes, notamment *Golden Delicious*, *Red Delicious*, *McIntosh*, *Jonathan*, *Wealthy*, *Wolf River* et

Antonovka. Par la suite, les hybrides les plus intéressants ont été recroisés avec certaines de ces variétés ou avec des souches tétraploïdes de *Golden Delicious, Red Delicious, McIntosh, Jonathan.* Le croisement avec des types tétraploïdes dans le but d'obtenir des fruits plus gros aboutit à des hybrides triploïdes difficilement utilisables pour une sélection ultérieure.

Ce sont les descendants de ces croisements qui fructifient actuellement ; certains d'entre eux sont particulièrement intéressants pour le calibre de leurs fruits, atteignant 7 à 8 cm de diamètre, et pour la qualité de leur chair (fig. 4).

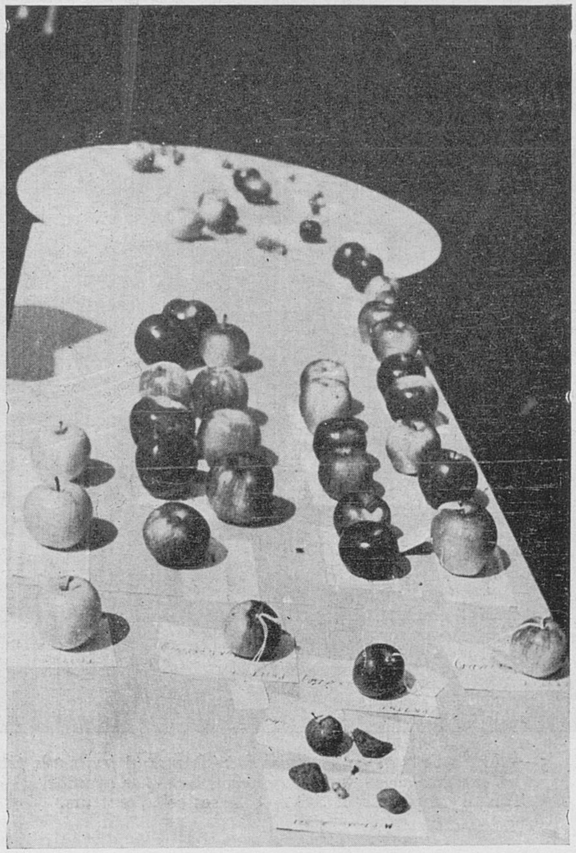


FIG. 4 — *Illustration des différentes étapes réalisées par la sélection dans des croisements utilisant M.* floribunda 821 *comme géniteur*

Au premier plan : *M. floribunda 821,* fruits de 1-2 cm.
Au second plan : la sélection *26830-2* correspondant à une F2, fruits de 4-5 cm
Au 3e plan : résultats du premier croisement en retour de l'une de ces sélections F2 par des variétés commerciales
Au-delà : différents types de fruits récoltés sur des hybrides provenant d'un deuxième croisement en retour.

L'étude de ces différentes générations a permis de préciser la contribution de chaque géniteur pour la transmission des caractères autres que la résistance à la tavelure. On a pu observer que les descendants de la sélection *26830-2* sont en moyenne moins sensibles au *Phyllosticta,* ont une mise à fruits plus précoce, et produisent des fruits mieux colorés et de qualité supérieure mais plus petits, comparés aux descendants de la sélection *26829-2-2*. En ce qui concerne les variétés commerciales, *Golden Delicious, Jonathan* et *Wealthy* se montrent meilleurs géniteurs que les autres variétés.

La deuxième voie d'amélioration est celle qui utilise les gènes de résistance de *R 12740-7A*. Dans une première série d'hybridations effectuée à partir de 1946, le clone *R 12740-7A* a été croisé avec des variétés commerciales de Pommier, notamment *Red Delicious, Jonathan, McIntosh, Wealthy, Wolf River* et *Twenty Ounce*. Les sélections issues de ces hybridations ont été croisées à leur tour avec *Golden Delicous, Deacon Jones, McIntosh, Red Delicious*, etc. En 1955, cette nouvelle génération comprenait 9 000 semis résistants à la tavelure. Ces derniers sont maintenant à fruits et une quinzaine d'entre eux présentent des caractéristiques satisfaisantes.

D'après les observations effectuées sur les descendants du *R 12740-7A*, on peut estimer maintenant que ce clone a perdu de son intérêt pour l'amélioration du Pommier ; certains de ses semis sont attaqués par les races 2 et 4 de tavelure, d'autres sont particulièrement sensibles au virus du « chlorotic leaf spot » qui réduit leur vigueur ; par ailleurs, l'astringence des fruits reste très importante, les semis sont lents à se mettre à fruit et leur port est dressé.

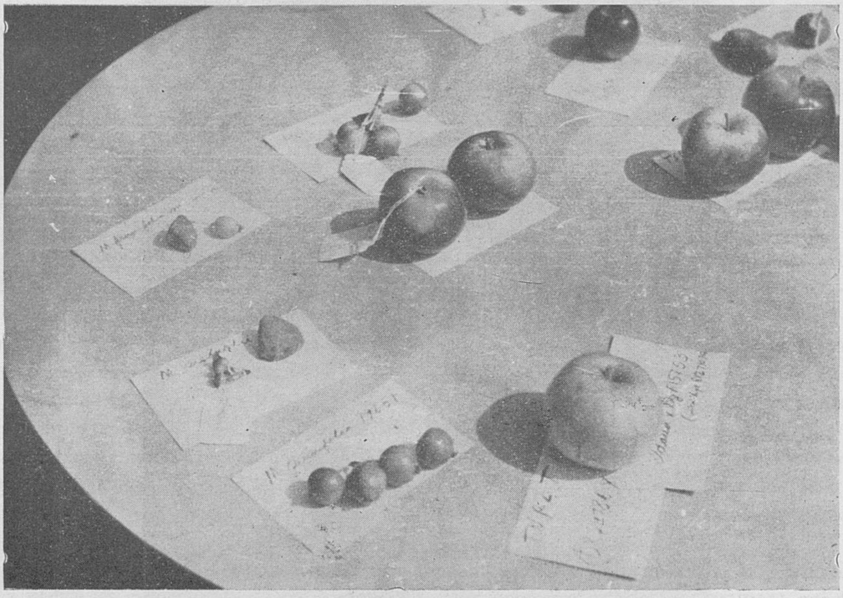


FIG. 5 — *Fruits de quelques géniteurs de résistance (à fruits très petits) et de quelques obtentions qui en proviennent par sélection*
Travail du professeur SHAY et de ses collaborateurs.

Les voies d'amélioration utilisant les autres sources de résistance sont également suivies depuis une dizaine d'années. Un moins grand nombre de semis hybrides a été obtenu, mais certains clones semblent déjà particulièrement intéressants, aussi bien pour la résistance à la tavelure que pour la qualité des fruits, notamment *M. atrosanguinea 804*, *M. prunifolia 19651* et *M. A.* 16. Pour les autres sources, on dispose d'hybrides de deuxième génération dont certains ont des fruits atteignant 5 cm de diamètre (fig. 5).

III. — Programme des recherches a la station d'Angers

Les recherches entreprises en 1961 par la Station d'Arboriculture fruitière d'Angers ont pour objet d'étudier la variation de la virulence des souches de *V. inaequalis* indigènes en France, et de vérifier l'incapacité de ces souches à attaquer les hybrides résistants sélectionnés dans les pays étrangers. Le programme de travail comporte également l'inventaire des sources de résistance à la tavelure

parmi les espèces et variétés du genre *Malus* existant en France. Parallèlement à ces travaux, des hybridations seront effectuées, ayant pour objectif la création de variétés nouvelles alliant la résistance à de bonnes qualités culturales.

L'étude de la virulence doit être entreprise sur une gamme d'hôtes différentiels suffisamment vaste pour couvrir la totalité des symptômes présentés par le genre *Malus*. Une dizaine de clones de Pommier pourront constituer une telle gamme. La contamination en serre de ces clones, à partir d'isolements monoconidiens, doit permettre de faire l'inventaire des variations que l'on rencontre chez le parasite en fonction des aires géographiques. Seules les souches qui se révèleront les plus virulentes seront utilisées pour les infections ultérieures. Des souches de virulence différente seront croisées afin de préciser le nombre de loci intéressés.

L'incapacité des souches indigènes de tavelure à attaquer les différentes sources de résistance connues et les hybrides sélectionnés à l'étranger sera vérifiée, à la suite de contaminations en serre, par l'observation de vergers de comportement plantés dans les principaux centres de culture du Pommier (région parisienne, Ouest, Sud-Ouest et Sud-Est). Cette étude a pour but de préciser la valeur des sélections étrangères par rapport à l'ensemble des conditions climatiques et des parasites existant en France. Actuellement, une centaine de sélections réalisées aux États-Unis par SHAY et ses collaborateurs ont été introduites dans les collections d'Angers. Les hybrides sélectionnés dans d'autres stations de recherches pour leur résistance à la tavelure seront également rassemblés (NYBOM, BERGENDAL, 1960 ; Progr. Rep. Hortic. Div., Central Expt. Farm Ottawa, 1954-58 ; Verslag Landbouwk-Onderz. 1957, 1958).

Par ailleurs, un petit nombre de variétés locales de Pommiers à couteau et de Pommiers à cidre ne sont pratiquement pas attaquées dans leur milieu de culture. La résistance effective de ces variétés sera vérifiée en serre, tandis que le comportement de leurs descendants permettra de connaître les modalités de transmission de cette résistance et de préciser leur intérêt comme géniteurs. Les premières recherches réalisées à Angers dans cette voie sont encourageantes : quatre variétés locales ont présenté dans leurs semis une proportion non négligeable de plantules résistantes. Des travaux analogues seront effectués sur les différentes espèces de *Malus* présentes dans les jardins botaniques de France. Des croisements seront réalisés entre les diverses sources de résistance, et l'analyse des disjonctions en deuxième génération permettra de connaître les relations d'allélisme entre les différents gènes. On pourra ainsi rassembler dans un même hybride les gènes de résistance de plusieurs sources.

Le programme d'amélioration prévoit la réalisation annuelle de deux croisements fournissant chacun 2 000 (1) pépins. Les parents femelles, choisis parmi les meilleures variétés d'origine française seront pollinisés par les sélections résistantes présentant le meilleur comportement cultural. Après l'élimination des semis sensibles en serre, les hybrides résistants seront plantés en verger et conservés jusqu'à leur mise à fruits. En 1961, la variété *Reinette du Mans* a été croisée avec des sélections transmettant la résistance de *M. floribunda 821* ou celle de *M. micromalus*.

IV. — CONCLUSION

Grâce aux travaux réalisés aux États-Unis par SHAY, HOUGH et leurs collaborateurs, une vingtaine de sources de résistance à la tavelure ont pu être décelées chez le Pommier. L'utilisation judicieuse de certaines de ces sources à caractère monogénique a permis d'obtenir en moins de vingt années des hybrides résistants qui présentent un niveau d'amélioration élevé, les rapprochant des variétés cultivées par la grosseur et la qualité de leurs fruits. De tels résultats nous ont encouragés à poursuivre ces travaux et à entreprendre, à la Station d'Angers, un programme de sélection du Pommier dont l'objectif est l'obtention de variétés résistantes qui conviennent aux conditions de culture en France. L'emploi comme géniteurs des hybrides sélectionnés doit permettre un progrès relativement rapide. Le problème de l'apparition de nouvelles races de tavelure reste préoccupant. Toutefois en utilisant simultanément plusieurs sources de résistance, on peut espérer se protéger de cette évolution et éviter que l'ensemble du travail d'amélioration soit rendu inefficace.

(1) Ce nombre se situe entre les quelques centaines d'hybrides réalisés dans la plupart des stations de recherches et le nombre de 30 000 préconisé par WILLIAMS (1959).

RÉSUMÉ ET CONCLUSION GÉNÉRALE

La tavelure, provoquée par l'Ascomycète *Venturia inaequalis*, est la maladie la plus répandue sur les variétés cultivées de Pommier. La lutte contre ce parasite pose à l'arboriculteur d'importants problèmes économiques et techniques et la solution la meilleure consiste à obtenir des variétés naturellement résistantes.

Les caractéristiques biologiques et génétiques du champignon interviennent dans les relations hôte-parasite. Le comportement génétique est voisin de celui de *Neurospora*. Le nombre haploïde de chromosomes est de 7 ; plusieurs groupes de linkage ont pu être décelés. On a étudié le phénomène de virulence au moyen d'une gamme différentielle d'hôtes sensibles et on a pu mettre en évidence un grand nombre de gènes allèles. La race 1 de tavelure, qui correspond aux souches couramment répandues, contient la plupart d'entre eux. Les races 2, 3 et 4, isolées récemment et de virulence plus marquée, contiennent des allèles beaucoup plus rares.

L'absence de résistance à la tavelure dans l'espèce *Malus pumila*, qui groupe l'ensemble des variétés cultivées, a conduit les chercheurs à prévoir dans leurs programmes d'amélioration l'utilisation d'autres espèces de *Malus*. Une vingtaine de clones transmettant à une partie de leur descendance la résistance à la tavelure ont été repérés jusqu'à maintenant. Pour quinze d'entre eux, le mode de transmission de la résistance est sous la dépendance d'un déterminisme génétique simple, mettant en cause un ou deux gènes. Seuls les descendants d'un petit nombre de ces géniteurs ont été attaqués par les nouvelles races du parasite récemment apparues.

Les symptômes de résistance sont différents suivant les espèces ou les variétés contaminées, ce qui laisse penser que plus d'un mécanisme de résistance est en cause. Des croisements entre géniteurs de résistance ont été entrepris afin de rechercher des relations d'allélisme entre les différents gènes déterminant cette résistance. Les connaissances actuelles sur les relations hôte-parasite entre le Pommier et la tavelure s'accordent avec l'hypothèse formulée par FLOR dans le cas du lin et de la rouille, *Melampsora lini*. La nature biochimique des barrières que l'hôte oppose au parasite a été étudiée en fonction de la présence de divers composés phénoliques.

Les travaux de sélection du Pommier pour la résistance à la tavelure se sont développés à partir de 1946 et ils font maintenant l'objet d'une coopération internationale. On a surtout exploité jusqu'ici les sources monogéniques de résistance et, en particulier, *Malus floribunda* 821 qui a donné des résultats très encourageants.

Le programme de la Station d'Angers comporte la recherche et l'étude des sources de résistance à la tavelure chez les espèces et variétés du genre *Malus* existant en France. Il prévoit également le rassemblement et l'étude du comportement des meilleures sélections obtenues à l'étranger. Celles-ci seront croisées avec les variétés françaises les plus intéressantes.

Recu pour publication en mars 1962.

SUMMARY

THE PRESENT STATE OF RESEARCH ON THE BREEDING OF APPLE TREES FOR RESISTANCE TO SCAB

Scab, produced by the Ascomycete *Ventura inaequalis*, is the most widespread disease of the cultivated apple tree. The control of this parasite raises important economic and technical problems for the fruit grower. The most satisfactory solution is to use naturally resistant varieties.

Both the biological and the genetical characteristics of the fungus play their parts in the host-parasite relationship. The genetical behaviour is similar to that of *Neurospora*. The haploid number of chromosomes is 7 and several linkage groups have been revealed. The phenomenon of virulence has been studied by means of a range of host plants of varying sensibility and it has been possible to demonstrate a large number of allelomorphic genes. Apple scab race No. 1 which is now widespread, contains the majority of these. Race 2, 3 and 4 which have been recently isolated. are more virulent and contain the much rarer allelomorphs.

The lack of resistance to scab in the species *Malus pumila* which includes all the cultivated apple varieties, led the investigators to make provision in their resistance program for the use of other species of *Malus*. Up to now some 20 clones have been found to transmit resistance to a certain number of their progenies. In 15 of these the mode of resistance transmission is controlled by a simple genetical compulsion implicating one or two genes. The progenies of only a few of these parents have been attacked by the new races of the parasite which have recently appeared.

The fact that the symptoms of resistance vary with the species or the variety attacked has led to the conclusion that more than one mechanism of resistance may be implicated. The crossing of resistance-transmitting parents was carried out with the object of discovering the allelomorphic relationships betwen the different genes confering this resistance. The actual findings regarding the host-parasite relationship between the apple tree and the scab are in agreement with the hypothesis propounded by FLOR in the case of flax and the rust *Melampsora lini*. The biochemical nature of the barrier the host opposes to the parasite has been studied as a function of the presence of various phenolic compounds.

The work on apple selection for scab resistance was initiated in 1946 and is now the subject of international cooperation. Up to the present, work has been concentrated upon single-gene sources of resistance and in particular *Malus floribunda* 821 which has given very encouraging results.

The research program of the AngersResearch station comprises a study of the sources of resistance to scab existing in the varieties and species of the genus *Malus* growing in France. It also provides for the collection and study of the behaviour of the best selections obtained from abroad. These will be crossed with the most promising French varieties.

ZUSAMMENFASSUNG

GEGENWÄRTIGER STAND DER UNTERSUCHUNGEN IN DER RESISTENZZÜCHTUNG DES APFELBAUMES GEGEN SCHORF.

Der Schorf wird durch den Ascomyceten *Venturia inaequalis* hervorgerufen und ist die auf Apfelbäumen weitverbreiteste Krankheit. Der Kampf gegen diese Krankheit stellt dem Obstbauer wichtige ökonomische und technische Probleme, und die beste Lösung besteht in der Züchtung resistenter Sorten.

Die biologischen und genetischen Eigenschaften dieses Pilzes kommen in der Beziehung Krankheitserreger-Wirt zum Ausdruck. Das genetische Verhalten gleicht demjenigen von *Neurospora*. Die haploide Chromosomenzahl ist 7 : es konnten mehrere Kopplungsgruppen festgestellt werden. Die Virulenzerscheinung wurde mit Hilfe von verschiedenen empfindlichen Wirten untersucht, und man konnte so eine grosse Anzahl alleler Gene feststellen. Die Rasse 1, die den am meist verbreiteten Stämmen entspricht, enthält die meisten davon. Die Rassen 2, 3 und 4, die kürzlich isoliert wurden, und eine grosse Virulenz besitzen, enthalten viel seltenere Allele.

Das Fehlen jeglicher Resistenz gegenüber Schorf in der Art *Malus pumila*, die die Gesamtheit der angebauten Sorten umfasst, führte die Forscher dazu andere *Malus*-Arten in ihr Züchtungsprogramm aufzunehmen. Bis jetzt konnten 20 Klonen festgestellt werden, die einem Teil ihrer Nachkommenschaft die Schorfresistenz übertragen.

Für fünfzehn davon wird die Resistenz durch einen einfachen genetischen Determinismus bestimmt, der ein oder zwei Genen betrifft, und nur eine geringe Zahl der Nachkommen wird durch die kürzlich aufgetauchten neuen Rassen des Sitzes angegriffen.

Die Resistenzsymptome sind je nach Art oder Sorte verschieden, woraus man schliessen kann dass mehr als ein Resistenzmechanismus in Frage kommt. Kreuzungen zwischen resistente Sorten sollten die Allelenbeziehungen zwischen den verschiedenen, die Resistenz bestimmenden Genen herausstellen. Der gegenwärtige Stand der Kenntnisse über die Beziehungen Wirt-Krankheitserreger beim Apfelschorf stimmen mit der Annahme FLOR's im Falle des Leinrostes (*Melampsora lini*) überein. Die biochemische Art der Grenzen, die der Wirt dem Krankheitserreger entgegenstellt, wurde mit den verschiedenen Phenolkorpern untersucht.

Die Selektionsarbeiten mit schorfresistenten Apfelbäumen haben 1946 begonnen, und sind Gegenstand einer internationalen Zusammenarbeit. Bis jetzt wird hauptsächlich die monogene Resistenz, besonder bei *Malus floribunda 821*, mit sehr versprechendem Erfolg ausbewertes.

Das Programm der Station von Angers betrifft die Untersuchung und das Studium der Resistenzursachen bei den in Frankreich vorhandenen *Malus*-Arten und Sorten. Es sieht desgleichen die Sammlung und die Untersuchung des Verhaltens der besten ausländischen Sorten vor. Dieselben werden mit den interessantesten französischen Sorten gekreuzt.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BACKUS E. J., KEITT G. W., 1940. Some nuclear phenomena in *Venturia inaequalis*. *Bull. Torrey bot. Club*, **47**, 765-770.

BARNES E. H., 1959. The role of phlorizin and other phenolic compounds in the host-parasite physiology of the apple scab disease, incited by *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. *Thesis, Purdue University*, 56 pp.

BARNES E. H., WILLIAMS E. B., 1960. A biochemical response of apple tissues to fungus infection. *Phytopathology*, **50**, 844-846.

BOONE D. M., STAUFFER J. F., STAHMANN M. A., KEITT G. W., 1956. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. VII. Induction of mutants for studies on genetics, nutrition and pathogenicity. *Amer. J. Bot.*, **43**, 199-204.

BOONE D. M., KEITT G. W., 1956. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. VIII. Inheritance of color mutant characters. *Amer. J. Bot.*, **43**, 226-233.

BOONE D. M., KEITT G. W., 1957. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. XII. Genes controlling pathogenicity of wild-type lines. *Phytopathology* **47**, 403-409.

BOONE D. M., KLINE D. M., KEITT G. W., 1957. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. XIII. Pathogenicity of induced biochemical mutants. *Amer. J. Bot.*, **44**, 791-796.

BOONE D. M., KEITT G.W., 1959. Genetics and nutrition of *Venturia inaequalis* in relation to its pathogenicity. *Proc. IXth intern bot. Congr.*, Montreal, 40 (abstract).

DARPOUX H., 1961. Les tavelures du Pommier et du Poirier. Paris, *Assoc. Coordin. techn. agric.*, 48 pp.

DAY P. R., BOONE D. M., KEITT G. W., 1956. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. XI. The chromosome number. *Amer. J. Bot.*, **43**, 835-838.

DAYTON D. F., SHAY J. R., HOUGH L. F., 1953. Apple scab resistance from R 12740-7*A*, a Russian apple. *Proc. amer. Soc. hortic. Sci.*, **62**, 334-340.

DUNIN M. S., 1959. L'adaptation des champignons phytopathogènes aux fongicides (en russe). *Dokl. Sel' Skokhoz. Akad. Timirjazeva*, **48**, 79-95, *in* GROSCLAUDE C., 1960. La responsabilité de l'Homme dans le développement actuel des maladies des plantes. Ext. *Rev. Zool. agric. appl.*, nº 10-12.

FLOOD A. E., KIRKHAM D. S., 1959. The effect of some phenolic compounds on the growth and sporulation of two *Venturia* species. *in* PRIDHAM J. B., (Editor), 1960. Phenolics in plants in health and disease. Proceedings of a plant phenolics groups symposium held at Bristol, april 1959, *Symposium Publications Division, Pergamon Press*, Oxford, London, New York, Paris. Pages 81-85.

FLOR H. H., 1956. The complementary genic systems in Flax and Flax Rust. *Advances in Genetics*, **8**, 29-54.

FLOR H. H., 1959. Complementary gene interaction in the rusts. *Proc. IXth intern. bot. Congress*, Montreal, 115-116.

FREY C. N., 1924. The cytology and physiology of *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter. *Trans. Wis. Acad.*, **21**, 303-343.

FUTH G., 1956. Erster Bericht über die Selektion von *Malus*-Unterlagen und deren vegetative Vermehrbarkeit. *Züchter*, **28**, 248-256.

HOUGH L. F., 1944. A survey of the scab resistance of the foliage of seedlings in selected apple progenies. *Proc. amer. Soc. hortic. Sci.*, **44**, 260-272.

HOUGH L. F., SHAY J. R., 1949. Breeding for scab resistant apples. *Phytopathology*, **39**, 10 (abstract).

HOUGH L. F., SHAY J. R., DAYTON D. F., 1953. Apple scab resistance from *Malus floribunda* (Sieb). *Proc. amer. Soc. hortic. Sci.*, **62**, 341-347.

KEITT G. W., 1915. Simple technique for isolating single-spore strains of certain types of fungi. *Phytopathology*, **5**, 266-269.

KEITT G. W., PALMITER D. H., 1938. Heterothallism and variability in *Venturia inaequalis*. *Amer. J. Bot.*, **25**, 338-345.

KEITT G. W., LANGFORD M. H., 1941. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. I. A groundwork for genetic studies. *Amer. J. Bot.*, **28**, 805-820.

KEITT G. W., LANGFORD M. H., SHAY J. R., 1943. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. II. Genetic studies on pathogenicity and certain mutant characters. *Amer. J. Bot.*, **30**, 491-500.

KEITT G. W., LEBEN C., SHAY J. R., 1948. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. IV. Further studies on the inheritance of pathogenicity. *Amer. J. Bot.*, **35**, 334-336.

KEITT G. W., BOONE D. M., 1951. Gene pairs conditioning pathogenicity in *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **41**, 19-20 (abstract).

KEITT G. W., 1952. Inheritance of pathogenicity in *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. *Amer. Naturalist.*, **86**, 373-390.

KEITT G. W., BOONE D. M., 1954. Induction and inheritance of mutant characters in *Venturia inaequalis* in relation to its pathogenicity. *Phytopathology*, **44**, 362.

KEITT G. W., BOONE D. M., 1956. Use of induced mutations in the study of host-pathogen relationships. *Gen. in Plt Breeding. Brookhaven Symposia in Biology*, **9**, 209-225.

KILLIAN K., 1917. Über die Sexualität von *Venturia inaequalis* (Cooke). *Ad. Zeitschr. Bot.*, **9**, 353-398.

KIRKHAM D. S., 1954. Significance of the ratio between the watersoluble aromatic and nitrogen constituants of apple and pear in the host-parasite relationships of *Venturia* species. *Nature, London,* **173**, 690-691.

KIRKHAM D. S., 1957. Studies of the significance of polyphenolic host metabolites in the nutrition of *Venturia inaequalis* and *V. pirina*. *J. gen. Microbiol.*, **17**, 120-134.

KLINE D. M., BOONE D. M., KEITT G. W., 1957. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. XIV. Pathogenicity of induced biochemical mutants. *Amer. J. Bot.*, **44**, 797-803.

KUC J., WILLIAMS E. B., SHAY J. R., 1957. Increase of resistance to apple scab following injection of host with phenylthiourea and D-phenylalanine. *Phytopathology*, **47**, 21-22 (abstract).

KUC J., BARNES E., DAFTSIOS A., WILLIAMS E B., 1959. The effect of amino acids on susceptibility of apple varieties to scab. *Phytopathology*, **49**, 313-315.

LAMEY H. A., BOONE D. M., KEITT G. W., 1956. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. X. Growth responses of biochemical mutants. *Amer. J. Bot.*, **43**, 828-834.

LEBEN C., KEITT G. W., 1948. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. V. The influence of carbon and nitrogen sources and vitamins on growth *in vitro*. *Amer. J. Bot.*, **35**, 337-343.

LEBEN C., BOONE D. M., KEITT G. W., 1955. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. IX. Search for mutants resistant to fungicides. *Phytopathology*, **45**, 467-472.

MCCRORY S. A., SHAY J. R., 1951. Apple scab resistance survey of South Dakota apple varieties and breeding stocks. *Plt Dis. Reptr.*, **35**, 433-434.

MAINIÉ P., 1960. Le coût des traitements en arboriculture moderne. *Phytoma*, n° 120, 20-27.

NUSBAUM C. J., KEITT G. W., 1938. A cytological study of host-parasite relations of *Venturia inaequalis* on apple leaves. *J. agric. Res.*, **56**, 595-618.

NYBOM N., BERGENDAL P. O., 1960. Växtförädling av äpple vid Balsgård-Oversikt över hittills vunna resultat och erfarenheter. Apple breeding at Balsgard - a survey of results and experiences. *Inst. Växtförädl. Frukt och Bär, Balsgård, Meddel. Nr* **53-54**, 63-102, rés. anglais 3 p.

PALMITER D. H., 1932. Variability of *Venturia inaequalis* in cultural characters and host relations. *Phytopathology*, **22**, 21 (abstract).

PALMITER D. H., 1934. Variability in monoconidial cultures of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **24**, 22-47.

PAVICEVIC B. M., STANCEVIC A. S., 1954. Osetjlivost raznih sorti jabuka prema cadjavoj krastavosti. A contribution to the study of susceptibility with some varieties of apple to apple scab (*Venturia inaequalis* Ext. *Arh. Poljopr. Nauke, Belgrade*, **7**, 8 pp., résumé anglais 1 p.

PELLETIER R. L., KEITT G. W., 1954. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. VI. Amino acids as sources of nitrogen. *Amer J. Bot.*, **41**, 362-371.

PROGRESS Report of the Horticulture Division, Central Experimental Farm, Ottawa, 1954-1958, p. 178.

ROSS R. G., HAMLIN S. A., 1961. Variation in the sensibility of isolates of *Venturia inaequalis* (Cke). Wint. to fungicides. *Canad. J. Plt Sci.*, **41**, 499-502.

SCHMIDT M., 1936. *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderhold. IV. Zur Frage nach dem Vorkommen physiologisch spezialisierter Rassen beim Erreger des Apfelschorfes. Erste Mitteilung. *Gartenbauwiss.*, **10**, 478-499.

SCHMIDT M., 1938. *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderhold. VIII. Weitere Untersuchungen zur Züchtung schorfwiderstandsfähiger Apfelsorten. *Züchter*, **10**, 280-291.

SHAY J. R., KEITT G. W., 1945. *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. III. The inheritance of certain mutant characters in *Venturia inaequalis*. *J. agric. Res.*, **70**, 31-41.

SHAY J. R., HOUGH L. F., 1951. Variation in pathogenicity of *Venturia inaequalis* to scab resistant *Malus*. *Phytopathology*, **41**, 32 (abstract).

SHAY J. R., HOUGH L. F., 1952. Evaluation of apple scab resistance in selection of *Malus*. *Amer. J. Bot.*, **39**, 288-297.

SHAY J. R., DAYTON D. F., HOUGH L. F., 1953. Apple scab resistance from a number of *Malus* species. *Proc. amer. Soc. hortic. Sci.*, **62**, 348-356.

SHAY J. R., WILLIAMS E. B., 1953. Physiologic specialization in *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **43**, 483-484.

SHAY J. R., DAYTON D. F., HOUGH L. F., WILLIAMS E. B., JANICK J., 1955. Apple scab resistance. 14th *intern. hortic. Congress. The Hague-Scheveningen*, **1**, 735-739.

SHAY J. R., WILLIAMS E. B., 1956. Identification of three physiological races of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **46**, 190-193.

SHAY J. R., 1957. Breeding vegetable and fruit crops for resistance to disease. *in Biol. chemic. Control of Plt Anim. Pests, Symposium*, publication n° 61, Amer. Assoc. Adv. Sci., Washington, publ. 1960.

SHAY J R., BROWN A. G., 1959. Concepts and problems in disease resistance in tree fruits. *Proc. IXth intern. bot. Congr.*, Montréal, 357-358 (abstract).

SHAY J. R., WILLIAMS E. B., JANICK J., 1961. Disease resistance in apple and pear. *Conference* on apple tree disorders, Monticello, Illinois, août 1961, 14 pp. dactylo.

SPANGELO L. P. S., JULIEN J. B., RACICOT H. N., BLAIR D. S., 1956. Breeding apples for resistance to scab. *Canad. J. agric. Sci.*, **36**, 329-338.

SYMPOSIUM on the nature and exploitation of crop plant resistance to disease, 1960. *Nature, London*, **186**, 20.

TERRIER C., 1950. Biologie du champignon de la tavelure (*Endostigma inaequalis* (Cke) Syd.) et technique des traitements. *Rev. romande Agric. Vitic. Arboric. fruit.*, **6**, 11-12.

VERSLAG van het landvouwkundig Onderzoek i Nederland over 1957. (Rapport de la recherche agronomique aux Pays-Bas, 1957) 180 pp.

VERSLAG van het landvouwkundig Onderzoek in Nederland over 1958. (Rapport de la recherche agronomique aux Pays-Bas, 1958), 192 pp.

WILLIAMS E. B., SHAY J. R., 1957. The relationship of genes for pathogenicity and certain other characteristics in *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. *Genetics*, **42**, 704-711.

WILLIAMS W., 1959. Selection of parents and family size in the breeding of top fruits. 2e *Congr. Assoc. europ. Amél. Plies* (*Eucarpia*) Cologne, 211-213.

ZADOKS J. C., 1959. On the formation of physiologic races in plant parasites *Euphytica*, **8**, 104-116.

Ann. Amélior. Plantes, 1962. **12** (3), 245-263

INFORMATIONS

LE CATALOGUE DES ESPÈCES FRUITIÈRES APRÈS LA PARUTION DU DÉCRET DU 22 JANVIER 1960

J. SOUTY

Station de Recherches d'Arboriculture fruitière,
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Pont-de-la-Maye (Gironde).

Le Catalogue des Espèces et Variétés de plantes cultivées, institué par le décret du 16 novembre 1932 a été ouvert aux variétés d'arbres fruitiers par arrêté en date du 17 mars 1954, pour les espèces suivantes : Abricotier, Pêcher, Prunier, Cerisier, Pommier et Poirier.

Par décret du 22 janvier 1960, Monsieur le Ministre de l'Agriculture a institué, pour le substituer au premier, un nouveau « Catalogue des espèces et variétés de plantes cultivées ». Celui-ci doit comporter, pour les espèces qu'il mentionne, la liste limitative des variétés ou types variétaux dont les semences ou plants peuvent être commercialisés en France mais, point important, seules les variétés dont la valeur culturale est suffisante figurent sur les nouvelles listes.

C'est au « Comité technique permanent de la Sélection » qu'incombe la responsabilité de proposer au Ministre de l'Agriculture l'inscription des variétés au Catalogue ; les propositions sont faites, compte tenu de résultats expérimentaux acquis dans les Stations de l'Institut national de la Recherche agronomique. La durée de l'inscription est valable pendant dix ans. Elle peut être renouvelée, à la demande de l'obtenteur, par périodes successives de cinq ans.

Les travaux de la Section « Arbres fruitiers » ont eu pour premier objet l'établissement du nouveau Catalogue, avec le souci de répondre au but assigné : être un guide objectif, impartial et sûr pour tous ceux qu'intéresse un choix variétal judicieux.

Le nombre des variétés en culture demeurant encore important, une discrimination s'est alors avérée indispensable pour que, dans les listes établies, les variétés les plus intéressantes soient mises en relief. Pour répondre à cette nécessité, l'arrêté ministériel du 24 avril 1961 (J. O. du 17 mai 1961) stipule, dans son article 1 :

« Les variétés d'arbres fruitiers, « cultivars », inscrites au Catalogue des espèces et variétés de plantes cultivées, sont classées comme suit :

Classe I — Variétés de grand intérêt cultural devant servir de base à la production fruitière.

Classe II — Variétés d'intérêt plus local ou présentant des caractéristiques spéciales.

Afin que l'arboriculteur soit constamment renseigné sur la classe à laquelle appartiennent les variétés multipliées par le commerce. il apparaît alors souhaitable que tout pépiniériste soucieux d'informer ses clients fasse mention de cette indication sur ces catalogues commerciaux ou documents publicitaires, même si obligation ne lui en est pas faite. Il faut en effet insister sur le fait que seules les variétés présentant un ensemble de qualités reconnues, sans lacune appréciable, figurent désormais dans la classe I.

L'attention des producteurs est appelée sur une autre innovation intéressante : l'ouverture, au nouveau Catalogue, d'une *Rubrique particulière* dans laquelle figurent les *variétés « soumises à expérimentation »*.

La commercialisation des plants des variétés inscrites à cette rubrique est autorisée au même titre que celle des variétés inscrites dans les classes I et II.

Il importe cependant de prévenir le producteur que, s'il met en culture des « variétés soumises à expérimentation » il le fait à ses risques et périls, aucune sécurité ne pouvant lui être donnée quant à la valeur réelle de ces variétés.

Un règlement technique a prévu comment seraient effectuées l'étude et l'expérimentation des variétés devant être inscrites et a fixé les modalités de leur inscription. On porte une attention particulière, en plus du caractère de *nouveauté*, à l'état sanitaire et à la valeur culturale.

Les caractères suivants, valables pour toutes les variétés (de culture nouvelle ou ancienne) et notés de 1 à 9, sont pris en considération :

1. Coloration, régularité de forme et calibre, grosseur du fruit.
2. Qualité du fruit (fermeté, goût).
3. Époque de maturité (notée en fonction des lacunes présentées par les variétés figurant déjà dans cette classe).
4. Vigueur et productivité de l'arbre.
5. Sensibilité aux parasites.
6. Régularité de production (et, pour le cerisier, résistance à l'éclatement du fruit).
7. Aptitude à la conservation et au transport.

La cotation obtenue après notation de ces 7 caractères doit atteindre au minimum 45 points (sur 63) ; deux caractères notés chacun inférieurs à 3 interdisant l'accès à cette classe.

Pour l'admission en classe 2, les caractères pris en considération demeurent les mêmes que ceux exigés pour la classe 1, mais un total de 32 points sur 63 est seulement exigé ; toutefois, une note au moins égale à 8 est obligatoire pour l'un au moins des caractères examinés.

L'expérimentation s'effectue de préférence dans la région préjugée favorable par le demandeur, et dans une ou plusieurs des grandes régions fruitières.

Les variétés inscrites à la rubrique particulière peuvent y être maintenues cinq ans au moins, dix ans au plus. A l'expiration de ce délai, elles sont inscrites dans l'une des deux classes I et II ou éliminées

Les variétés figurant au Catalogue établi antérieurement au décret du 22 janvier 1960, et qui n'ont pas été reclassées dans le nouveau peuvent néanmoins être commercialisées et cela pendant une période de dix ans, soit jusqu'au 21 janvier 1970.

Le classement établi à ce jour pour les principales essences fruitières se présente tel qu'on le trouvera indiqué dans les tableaux ci-après :

ABRICOTIER (FRUITS DE TABLE)

Mise à jour août 1961

CLASSE I

Variétés de grand intérêt cultural
devant servir de base à la production fruitière

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Canino (ex-Bulida du Roussillon)		— 10 R. du R.	Variété dont les possibilités d'adaptation sont remarquables.
Rouge du Roussillon		30 juin	Variété-population excellente qualité.
Royal........................		+ 3 R. du R.	Variété-population.
Luizet	Suchet	+ 5 R. du R.	Variété-population.
Ampuis	Amande douce	+ 5 R. du R.	Fruit d'industrie.
Polonais.....................		+ 6 R. du R.	
Bergeron	Gabrielle Bergeron	+ 10 R. du R.	

N. B. — Les essences non mentionnées (Amandier, Noisetier, Châtaignier, Noyer, ensemble des porte-greffes, ainsi que le Fraisier) feront l'objet de prochaines publications, l'établissement des listes correspondantes étant en cours.

CLASSE II

Variétés d'intérêt plus local
ou présentant des caractéristiques spéciales

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Hâtif Colomer	Précoce Colomer	— 15 R. du R.	Rustique, productif.
Précoce de Boulbon	De Boulbon	— 12 R. du R.	
Précoce de Montplaisir			
Docteur Mascle		— 8 R. du R.	Productif, qualité gustative médiocre.
Blanc rosé	Poman Rosé	+ 1 R. du R.	Fruit d'industrie.
Pêche de Nancy	Pêche		Variété-population.
Blanchet			
Paviot		+ 8 R. du R.	Particulièrement bien adapté aux régions continentales.
Sucre de Holub			

RUBRIQUE PARTICULIÈRE

Variétés soumises à expérimentation

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Bulida		— 15 R. du R.	Correspond au « Bulida de Murcie ».
Saint-Jean			
Délice de Châtenay			
Alberge précoce de Tours			
Précoce Pélissier			
Guillaume	Maillot Jaune		
Early Bee			
Defarge			
Naulier			
Muscat			
Darnaud		+ 10 R. du R.	
Perrin Berquet			
Mektep			
Sam			

CERISIER (FRUITS DE TABLE)

Mise à jour, août 1961

CLASSE I

Variétés de grand intérêt cultural
devant servir de base à la production fruitière

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Guigne hâtive de Bâle	Cerise de Céret Belle de Saint-Denis	15 mai à Bordeaux	
Bigarreau Moreau	B. Sandrin B. Souvenir des Charmes	+ 7 Hâtive de Bâle	
Bigarreau hâtif Burlat.......	B. Burlat	+ 8 Hâtive de Bâle	
Guigne Early Rivers	G. Précoce de Rivers G. Noire Française Kastenky	= Burlat	Pour régions à forte pluviosité printanière et pour transports rapides.
Bigarreau Reverchon	B. Pélissier B. Bordron B. Cœur de Bœuf	+ 13 Burlat	Parfois peu productif.
Bigarreau Marmotte	B. Cœur de Marmotte. Belle de l'Yonne	+ 14 Burlat	
Bigarreau géant d'Hedelfingen.	(Hedelfingen Riesenkirsche)	+ 6 Marmotte	

CLASSE II

Variétés d'intérêt plus local
ou présentant des caractéristiques spéciales

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Guigne la plus précoce de la Marche..................	(Früheste der Mark) Arlicot	8 mai à Bordeaux	
Guigne hâtive de Berny		= Précoce de la Marche	
Guigne d'Annonay	Guigne de Mai	+ 6 P. de la Marche	
Guigne beauté de l'Ohio	(Ohio's Beauty)	+ 4 Hâtive de Bâle	
Guigne Ramon Oliva		+ 4 Hâtive de Bâle	
Bigarreau Jaboulay.........	B. d'Oullins B. de Lyon	+ 6 Hâtive de Bâle	
Cerise anglaise hâtive.......	(May Duke) Royale hâtive	+ 5 Burlat	
Cerise impératrice Eugénie...		+ 5 Burlat	
Bigarreau court picou	B. courte queue	+ 10 Burlat	
Bigarreau noir de Moravie....		+ 10 Burlat	
Bigarreau cœur de pigeon....	B. gros cœuret	+ 11 Burlat	
Bigarreau espéren	B. des Vignes B. de Mézel B. Rouge de Hollande	+ 11 Burlat	
Cerise royale	Royal Duke Anglaise tardive Cherry Duke	= Marmotte	
Cerise d'Olivet hâtive		+ 2 Marmotte	
Bigarreau Napoléon		+ 3 Marmotte	
Cerise reine Hortense		+ 3 Marmotte	
Bigarreau tigré.............	Bigarreau Marbré	+ 8 Marmotte	
Cerise belle magnifique	Belle de Spa Belle de Sceaux Belle de Châtenay	+ 15 Marmotte	

RUBRIQUE PARTICULIÈRE

Variétés soumises à expérimentation

Par ordre de maturité.

Guigne président Riviere
Bigarreau rouge de juin
Bigarreau Stark Hardy giant

PÊCHER (FRUITS DE TABLE)

Mise à jour, août 1961

CLASSE I

Variétés de grand intérêt cultural
devant servir de base à la production fruitière

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Variétés à fruits à chair blanche			
Amsden	Pêche de juin	+ 14 May Flower	le 21 juin à Bordeaux.
Charles Ingouf		+ 23 May Flower	
Charles Roux		+ 17 Charles Ingouf	
Incomparable Guilloux		+ 4 Charles Roux	
Madame Girerd	Gaillard Girard n° 6	+ 10 Charles Roux	
Variétés à fruits à chair jaune			
Cardinal		— 3 Dixired	
Dixired		+ 20 May Flower	le 27 juin à Bordeaux
Redhaven		+ 12 Dixired	
Fairhaven		+ 20 Dixired	
Southland		+ 26 Dixired	
Early Elberta		— 7 J. H. Hale	
J. H. Hale		+ 48 Dixired	

CLASSE II

Variétés d'intérêt plus local
ou présentant des caractéristiques spéciales

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Variétés à fruits à chair blanche			
May Flower précoce		— 8 May Flower	
sélection *Madeleine Pouyet.*			
sélection *Nivolet*			
sélection *Primissima Delbard*			
May Flower		le 7 juin à Bordeaux	
Precocissima Morettini		+ 4 May Flower	
Ribet		+ 10 May Flower	
Surpasse Amsden	Intermédiaire Intermédiaire de Chanas Entre Reine des Marchés	+ 20 May Flower	

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Dugelay	Pêche sans nom Pêche volée	+ 23 May Flower	
Nectarine John Rivers		+ 23 May Flower	
Suzanne Darnon	Lacroix n° 6	+ 23 May Flower	
Nectarine précoce de Gien		+ 26 May Flower	
Rouge Jullien	Rouge Brun	— 5 Précoce de Hale	
Lambertin n° 1		= Précoce de Hale	
Précoce de Hale		+ 11 Dugelay	
Nectarine précoce de Croncels		+ 2 Précoce de Hale	
Carman		+ 4 Précoce de Hale	Très résistante aux gelées.
Benoni		+ 4 Précoce de Hale	
Madame Venet	Gaillard Girerd n° 4	+ 6 Précoce de Hale	
Guilloux élégante		+ 6 Précoce de Hale	
Jeanne Châtain	Xavier Châtain n° 2	+ 8 Précoce de Hale	
Sénateur Cazeneuve		+ 16 Précoce de Hale	
Nectarine fertile du Poitou		+ 20 Précoce de Hale	
Génard		+ 20 Précoce de Hale	
Grosse Mignonne	Grosse Mignonne ordinaire	+ 20 Précoce de Hale	
Nectarine Gold Mine		+ 23 Précoce de Hale	
Galande	Noire hâtive Belle de Tillemont Noire de Montreuil	— 8 J. H. Hale	
Hélène Turc		— 5 J. H. Hale	
Reine des vergers	Monstrueuse de Doué	— 4 J. H. Hale	
Belle Impériale		+ 10 J. H. Hale	
Belle de Montélimar		+ 2 Belle Impériale	
Bonfils		+ 4 Belle Impériale	
Madame Guilloux		+ 6 Belle Impériale	
Sanguine vineuse		+ 12 Belle Impériale	
Tardive Valla	Valla Madame Valla	+ 20 Belle Impériale	
Tos China novembre		+ 26 Tardive Valla	
Variétés à fruits à chair jaune			
Arp Beauty	Arp	+ 3 Dixired	Résistante aux gelées
Starking Delicious		— 5 Redhaven	
Jerseyland		— 3 Redhaven	
Dixigem		— 3 Redhaven	
Triogem		— 3 Fairhaven	
Halehaven		+ 23 Dixired	
Vedette		= Southland	Résistante aux gelées
Sunhigh		+ 1 Southland	
Nectarine Flaming Gold	Burbank n° 23	+ 19 Précoce de Hale	
Nectarine Cavalier		— 7 J. H. Hale	
Admirable jaune		+ 9 J. H. Hale	
Roger Louis		+ 12 J. H. Hale	
Jaune d'Oloron		+ 19 J. H. Hale	
Salway		+ 31 J. H. Hale	

RUBRIQUE PARTICULIÈRE

Variétés soumises à expérimentation

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Variétés à fruits à chair blanche			
Springtime		— 3 May Flower	
Robin		— 2 Amsden	
Duke of York		+ 1 Charles Ingouf	
Veloutée de Champagne		— 5 Précoce de Hale	
Redwing		= Précoce de Hale	
Précoce Michelin		= Précoce de Hale	
Grosse mignonne hâtive	Mignonne hâtive Mignonne pourprée	+ 10 Précoce de Hale	
Tournier		+ 12 Précoce de Hale	
Louis Grognet		+ 14 Précoce de Hale	
Arnaud nº 3		— 12 J. H. Hale	
Belle de Vitry		— 7 J. H. Hale	
Amedith		= J. H. Hale	
Honey Dew Hale		+ 1 J. H. Hale	
Belle Beausse	Grosse Mignonne tardive		
Alexis Lepère		+ 2 Belle Impériale	
Téton de Venus		+ 2 Belle Impériale	
Bonouvrier		+ 3 Belle Impériale	
Variétés à fruits à chair jaune			
Hiland		— 5 Dixired	
Redcap		— 1 Dixired	
Sunhaven		+ 4 Dixired	
Earliglo		— 8 Redhaven	
Coronet		— 4 Redhaven	
Merveille Garet		= Fairhaven	
Goldeneast		+ 3 Southland	
Loring		— 14 J. H. Hale	
Pavie Golden Elberta		— 7 J. H. Hale	
Blake		— 7 J. H. Hale	
Fay Elberta		— 5 J. H. Hale	
Raymond Gaujard		= J. H. Hale	
Hal Berta Giant		+ 4 J. H. Hale	
Rubidoux		+ 12 J. H. Hale	

PRUNIER (FRUITS DE TABLE)

Mise à jour, août 1961

CLASSE I

Variétés de grand intérêt cultural
devant servir de base à la production fruitière

Par ordre de maturité.

Noms des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Pruniers domestiques			
Reine-Claude d'Althan	R.-C. Comte d'Althan	28 juillet	
Reine-Claude (verte ou dorée)		+ 3 + 10 R.-C. d'Althan	Variété-population Fruits de bouche et d'industrie
Reine-Claude violette		+ 12 R.-C. d'Althan	
Reine-Claude tardive de Chambourcy	R.-C. Latinois	+ 24 R.-C. d'Althan	
Reine-Claude de Bavay ...		30 août	
Pruniers japonais			
Methley		28 juin	
Golden Japan	Early Gold	11 juillet	

CLASSE II

Variétés d'intérêt plus local
ou présentant des caractéristiques spéciales

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Pruniers domestiques			
Verdanne		— 16 R. C. d'Oullins	
Bonne de Bry		— 14 R. C. d'Oullins	
Madame Guttin		— 12 R. C. d'Oullins	
Quetsche précoce d'Ersinger	Ahlbacher Frühzwetsche	— 11 R. C. d'Oullins	
Pêche		— 7 R. C. d'Oullins.	Variété-population peu productif.
Royale de Tours		— 5 R. C. d'Oullins	
Monsieur Violet		— 5 R. C. d'Oullins	
Reine-Claude d'Oullins	Massot	20 juillet	Supporte mal le transport.
Utility	Laxton's Utility	= R. C. d'Oullins	
Des Béjonnières		+ 6 R. C. d'Oullins	
Reine-Claude diaphane hâtive	Early Transparent Gage	+ 7 R. C. d'Oullins	Supporte mal le transport
Bleue de Belgique		+ 10 R. C. d'Oullins	
Mirabelle de Metz	Mirabelle petite	+ 15 R. C. d'Oullins	Variété-population Fruits d'industrie
Mirabelle de Nancy	Mirabelle grosse	= Mirabelle de Metz	Variété-population Fruits d'industrie
Victoria	Reine Victoria Queen Victoria	— 8 Prune d'Ente	
Giant		— 8 Prune d'Ente	
Jefferson		— 5 Prune d'Ente	
Grand Prize	Grand Prix	— 5 Prune d'Ente	
Pond's Seedling		— 3 Prune d'Ente	Très gros fruit, supporte mal le transport, de qualité médiocre

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
D'Ente	d'Agen	15 août	Variété-population. Fruits convenant particulièrement bien pour le séchage
Mirabelle parfumée de septembre		+ 5 Prune d'Ente	
Quetsche d'Italie	Fellenberg	+ 5 Prune d'Ente	
Quetsche d'Alsace	Q. de Lorraine Q. commune d'Allemagne	+ 8 Prune d'Ente	
Coe's Golden Drop	Goutte d'or de Coe	+ 11 Prune d'Ente	
Anna Späth		+ 12 Prune d'Ente	
Saint-Michel		4 septembre	
Pruniers japonais			
Beauty		= Methley	
June Blood		= Methley	
Santa Rosa		— 1 Golden Japan	
Burbank		+ 1 Golden Japan	Semble alterner
Great Yellow		+ 1 Golden Japan	
Kelsey		+ 7 Golden Japan	
Elephant Heart		22 juillet	

RUBRIQUE PARTICULIÈRE

Variétés soumises à expérimentation

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Pruniers domestiques			
Monsieur Hâtif		8 juillet	A déterminer
Opal		15 juillet	Pour observations complémentaires
Quetsche précoce de Bühl		20 juillet	—
Reine-Claude hâtive		20 juillet	A déterminer
Experimentalfältets Sviskon		20 juillet	Pour observations complémentaires
Pruniers japonais			
Brémond n° 1		10 juin	Pour observations complémentaires
First		28 juin	—
Allo		30 juin	—
Florenzia		10 juillet	—
Orange Plumcot		13 juillet	—
Flaming Delicious		22 juillet	—
Red Ace		8 août	

POIRIER (FRUITS DE TABLE)

Mise à jour, août 196

CLASSE I

Variétés de grand intérêt cultural
devant servir de base à la production fruitière

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Williams	Bon Chrétien Williams William's Bon Chrétien Bartlett	Demi-précoce	
Beurré Hardy		Maturité normale	
Louise Bonne d'Avranches	Bonne Louise Louise Bonne Bonne Louise d'Avranches	Maturité normale	
Doyenné du Comice		Demi-tardive	
Epine du Mas	Duc de Bordeaux Colmar du Lot	Demi-tardive	
Passe Crassane		Tardive	Qualité variable suivant le milieu

CLASSE II

Variétés d'intérêt plus local
ou présentant des caractéristiques spéciales

Par groupe de maturité. Les variétés précédées du signe * présentent un intérêt cultural et commercial. Les autres peuvent être uniquement prévues pour la culture d'amateur.

Nom des variétés	Synonymes	Observations
Variétés très précoces (par ordre alphabétique)		
André Desportes		
Beurré Giffard		
Citron des Carmes		
Colorée de juillet		
Doyenné de juillet		
Wilder		
Variétés précoces (par ordre alphabétique)		
* *Dr Jules Guyot*	Guyot	
* *Précoce de Trevoux*		
Clapp's Favourite		
Coscia		
Monchallard	Monsallard	
Santa Maria		Ne convient pas aux régions du Nord
Variétés demi-précoces (par ordre alphabétique)		
Beurré d'Amanlis		
Triomphe de Vienne		
Variétés de maturité normale (par ordre alphabétique)		
* *Alexandrine Douillard*		
* *Conférence*		

Nom des variétés	Synonymes	Observations
* *Duchesse d'Angoulême*		
* *Packham's Triumph*		Ne convient pas aux régions du Nord.
Abbé Fétel		
Beurré Alexandre Lucas		
Beurré Clairgeau		Culture limitée à la région Sud-Ouest.
Beurré Diel	Beurré Royal Beurré magnifique	
Beurré Le Brun	Le Brun	
Beurré superfin		
Bonne de Beugny		
Charles Ernest		
De Tongre	Beurré Durondeau Durondeau	Culture limitée aux régions du Nord
Directeur Hardy		
Duchesse Bererd		
Enfant Nantais	Beurré des Enfants Nantais	
Legipont	Fondante de Charneu	Culture limitée aux régions du Nord
Marguerite Marillat		
Pierre Corneille		
Saint-Michel Archange		
Soldat Laboureur	Beurré de Blumenbach	
Sucrée de Montluçon	Sucrée Verte Gros Sucré Vert de Montluçon	
Triomphe de Jodoigne		
Williams Duchesse		
Variétés demi-tardives (par ordre alphabétique)		
* *Beurré Bosc*	Beurré d'Apremont Kaiser	A cultiver sur franc
Beurré d'Hardenpont	Beurré d'Arenberg	
Bonne de Malines	Nelis d'hiver	
Comtesse de Paris		
Curé	Belle de Berry Bon Papa	
Jeanne d'Arc		
Le Lectier		
Président Drouard		
Royale d'Hiver	Spina di Carpi	
Variétés tardives (par ordre alphabétique)		
* *Madame Ballet*		
Bergamote Esperen		
Doyenné d'Alençon		
Doyenné Georges Boucher	Notaire Lepin	
Doyenné d'Hiver	Bergamote de Pentecôte	
Joséphine de Malines		
Olivier de Serres		
Souvenir de Jules Guindon		

RUBRIQUE PARTICULIÈRE

Variétés soumises à expérimentation

Par groupe de maturité.

Variétés très précoces (par ordre alphabétique).

Akça,
Mustabey,
Primure.

Variétés précoces (par ordre alphabétique).

Beurré précoce Morettini,
Laxton's Superb,
William's précoce Morettini.

Variétés demi-précoces (par ordre alphabétique).

Colette,
Laxton's Progress,
Laxton's Satisfaction,
Max Red Bartlett,
Webster.

Variétés de maturité normale (par ordre alphabétique).

Bristol Cross (sous réserve de sélection sanitaire),
Doyenné doré de Bourgogne,
Eva Baltet,
Fertility 4 X
Grand Champion,
Starking Delicious,
Sucrée d'Aix.

Variétés demi-tardives.

Beurré d'Anjou.

Variétés tardives.

Doyenné Georges Truffaut.

POMMIER (FRUITS DE TABLE)

Mise à jour, août 1961

CLASSE I

Variétés de grand intérêt cultural
devant servir de base à la production fruitière

Par ordre de maturité.

Nom des variétés	Synonymes	Époque de maturité	Observations
Reine des Reinettes		Demi-précoce	
Cox's Orange Pippin		Maturité normale	Variété convenant aux climats des régions Nord et Nord-Ouest
Belle de Boskoop		Maturité normale	Variété convenant à la moitié de la région Nord.
Jonathan		Maturité normale	
Reinette blanche du Canada ...	Canada blanc	Maturité normale	
Reinette grise du Canada Ausseur	Reinette grise du Grand Faye	Maturité normale	
Richard Delicious		Maturité normale	Coloration du fruit difficile dans certains milieux
Reinette Clochard	Reinette de Parthenay	Maturité normale	Aire de culture limitée
Golden Delicious		Demi-tardive	
Reinette du Mans	De Jaune	Tardive	Aire de culture limitée

CLASSE II

Variétés d'intérêt plus local
ou présentant des caractéristiques spéciales

Par groupe de maturité. Les variétés précédées du signe * présentent un intérêt cultural et commercial ; les autres peuvent être uniquement prévues pour la culture d'amateur.

Variétés très précoces (par ordre alphabétique)

Nom de la variété	Synonymes
Astracan rouge	
Lodi	
Stark Earliest	
Transparente blanche	Yellow Transparent. Papirovka.

Variétés précoces (par ordre alphabétique)

Nom de la variété	Synonymes
Borowitsky	Borovinka. Charlamowsky. Duchess of Oldenburg. Oldenburg.
Calville d'août	
Early Mc Intosh	
* *Gravenstein*	
James Grieve	
Red Melba	

Variétés demi-précoces (par ordre alphabétique).

Nom de la variété	Synonymes
Belle de Pontoise	
Ellison's Orange	
Grand Alexandre	
Peasgood Non Such	Sans pareille de Peasgood.
Reinette de Landsberg	
* *Transparente de Croncels*	
Wealthy	

Variétés de maturité normale (par ordre alphabétique).

Belle fleur jaune	Linneous Pippin.
Bismarck	
Black Mc Intosh	
Calville du Roi	Citron d'hiver. Calville de Londres.
Calville rouge d'Oullins	
Croquet	Réau. Réaux. de Flandre.
De Bonde	
Double bon pommier	
Grand Mère	Reinette Grand-Mère.
Grimes Golden	
* *Blackjon*	
* *Jonared*	
King David	
Laxton's Superb	
Mc Intosh	
Orléans	
Pouzac	
Reinette Baumann	
Reinette d'Angleterre	
Reinette de Caux	
Reinette de France	
Reinette dorée	Reinette dorée de Versailles.
Royale d'Angleterre	
Shotwell Delicious	
* *Starking Delicious*	
Stark Redgold	
Winter Banana	

Variétés demi-tardives (par ordre alphabétique).

Azeroly	
Benedictin	
Boïken	
* *Calville blanc*	
Calville rouge d'hiver	
Chailleux	
* *Cortland*	
Croque	
Double rose	
Faros	
Fenouillet gris	Fenouillet anisé.
Ontario	
Rambour d'hiver	
Reinette grise de Saintonge	
Red Rome Beauty	
* *Stayman Winesap*	
Staymared	
Winston	

Variétés tardives (par ordre alphabétique).

Nom de la variété	Synonymes
Api	Passerose.
Cassou	
Châtaignier	
Court pendu gris	
Court pendu rouge	
Cravert	
Cusset	
* *De l'Estre*	Comte.
	Lombard.
	Reinette de Brive.
	Sainte-Germaine.
La Nationale	Cusset rouge.
* *Melrose*	
Pépin de Bourgueil	
* *Reinette d'Armorique*	
Reinette de Champagne	
Rose de Benauge	Pomme Dieu
* *Winesap*	

RUBRIQUE PARTICULIÈRE

Variétés soumises à expérimentation

Variétés précoces.

Beacon	
Cardinal	
Cox's Early Export	
Earliblaze	
George Cave	
Grive rouge ou Griève rouge	Eric Neumann Roter James Grieve.
	Mutation rouge de James Grieve.
Lired	Mutation rouge de James Grieve.
Rubin	Herr's Roter James Grieve
	Mutation rouge de James Grieve.
Oriole	
Owen Thomas	
Red Gravenstein	
Stark Jongrimes	
Tydeman's Early Worcester	
Wellington	
Wilson Red June	San Jacinto.
Kansas Queen	Pour comparaison avec Wilson Red June.
Nouvelle Europe	Pour comparaison avec Wilson Red June.

Variétés demi-précoces.

Reine des Reinettes rouge	Mutation.
Calville de Mleïev	
Directeur Lesage	
Lakeland	
Merton Worcester	
Shinko	
Shinsei	

Variétés de maturité normale.

Boskoop rouge	
Cox's Orange Kortergaad	Mutatione roug de Cox's Orange Pippin
Crimson Cox	— — —
Golden Russet	Pour comparaison avec Reinette grise du Canada.
Harold Red Delicious	Mutation rouge de Starking Delicious
Red King Delicious	— — —
Topred Delicious	— — —

Variétés de maturité normale (suite).

Nom de la variété	Synonymes
Vance Delicious	— — --
Royal Red Delicious	— — —
Redspur Delicious	Mutation rouge du type « spur »
Starkrimson	— — —
Wellspur Delicious	— — —
Belle de Mleïev	
Democrat	
Delcon	
Freyberg	
Fukutami	
Jonadel	
Kidd's Orange Red	
Merton Prolific	
Murasaki	
Shelred	
Spartan	
Sunset	
Shin Indo	

Variétés demi-tardives.

Idared	
Jubilee	
Kinrei	
Korei	
Law Red Rome Beauty	
Mutsu	
Rienette d'Amboulne	
Ruby	
Scarlet Staymared	
Black Stayman	Blaxstayman.
Willie Sharp	
Turley Winesap	

CATALOGUE DES VARIÉTÉS DEMEURANT INSCRITES A LA RUBRIQUE SPÉCIALE JUSQU'AU 21 JANVIER 1970

et dont la commercialisation est autorisée jusqu'à cette date.

PÊCHER

a) *Variétés à fruits à chair blanche* (*par ordre alphabétique*).

Alexander
Aribaud
Aubin n° 75
Baltet
Belle d'Albi
Belle de Georgie
Belle Henri Pinault
Blondeau
Briggs Red May
Champion
Chevreuse hâtive
Cumberland
Demeure
Directeur
Early rivers
Early White Giant
Fine Jaboulay
Flachat
France (La)
Gloire lyonnaise
Hâtive de Flachat
Henri Adenot
Inspecteur Battanchon
Lambertin n° 2
*Leopold I^er^*
Madame Bernol
Madame Grandclément
Madame Lallot
Madeleine à moyennes fleurs
Martin Rosset
Nectarine Cardinal
Nectarine de Zelhem
— *Early Rivers*
— *Galopin*
— *Lord Napier*
— *Victoria*
Opoix
Pavie Cardinal
Président Luizet
Rustica
Tardive Aubin
Tardive Blanc
Tardive du Mont d'Or
Veraud
Victor
Vilmorin

b) *Variétés à fruits à chair jaune*

Abricotée de Gien.
Angevine de Buzet.
Angevine de Marmande.
Brune d'Août
Elberta.
Gialla di Firenze
Golden Early Bird.
Golden Jubilee.
July Elberta.
July Gold
Jun Berta.
Krummel Oktober.
Late Elberta.
Madame Bey.
Michigold.
Nectarine jaune.
Nectarine jaune magnifique de Padoue.
Pavie Saint-Jacques jaune.
Roussanne de Monein.
South Haven.
Vedette abricotée.

CERISIER

Bigarreau blanc de Bordeaux
Bigarreau Emery
Bigarreau empereur François
Bigarreau Gustave Dupau
Bigarreau d'Or
Bigarreau reine Hortense

Variétés d'industrie proposées pour figurer sur une liste particulière et qui feront l'objet d'un examen ultérieur :

Guigne noire de Montreux
Guigne noire des Vosges
Guigne rouge des Vosges
Bigarreau Napoléon
Cerise anglaise hâtive
Cerise acide de Montmorency
Cerise acide de Montmorency de Sauvigny
Griotte commune
Griotte du Nord
Griotte d'Ostheim
Griotte de Provence

ABRICOTIER

Précoce Esperen
Liabaud
Nicole (de)
Poizat
Commun

PRUNIER

a) *Pruniers domestiques* : (*o. de maturité*).

Ruth Gerstetter
De Catalogne
Cirette
Early Laxton
Quetsche précoce de Lutzelsacher
Madeleine Nomblot
De Montfort
Quetsche précoce de Zimmer
Monsieur jaune
Reine Claude diaphane
Noberte
Prince Englebert
Double robe
Monarch
Marcelle Chasset

Damas de Tours
Royale bleue P. L. M.
Reine Claude précoce Léon Hisse
Flotow (de)
Reine Claude Davion
Czar
Belle de Louvain
Gloire d'Epinay
Angelina Burdett
Reine Claude d'Ecully
Reine Claude l'Echoisier
Abricotée jaune
Kirke's
Perdrigon
Marande
Drap d'Or d'Esperen
Damas blanc
Quetsche blanche de Letricourt
Abbaye d'Arton
Reine Claude Gabriel Combes
Impériale épineuse
Sainte-Catherine
Burton
Mirabelle tardive

b) *Prunier japonais :*

Wickson

POMMIER

Astracan blanc.
Blenheim orange.
Calville de Dantzig.
Calville rouge d'été.
Calville Saint Sauveur.
Colapuy.
Cramoisie de Gascogne.
Crimson Beauty (syn. Early Red Bird).
Coutras.
Groseille.
Jacques Lebel.
Jeanne Hardy.
Lancashire.
Rambour d'été (syn. Summer Rambo).
Reinette Ananas.
Reinette de Cuzy.
Reinette étoilée.
Reinette grise du Canada (var. population).
Reinette marbrée.
Reinette parmentier.
Ribston red.
Rome Beauty.
York Imperial.
Yorking.

POIRIER

Par groupe de maturité.

Variétés très précoces :

Claude Blanchet.
Épargne.
Coscia précoce.

Variétés précoces :

Fils de Giffard.
Philippe Chauveau.
Madeleine Verte.
Suprême de Quimper.

Variétés demi-précoces :

Henri Desportes.
Sandar.
Souvenir du Congrès.

Variétés de maturité normale :

Beurré Bachelier.
Beurré Baltet Père.
Beurré Capiaumont (indust. : confis.).
Beurré Chaudy.
Beurré Doré.
Beurré Dumont.
Beurré Gris d'Amboise.
Calebasse.
Conseiller à la Cour.
Docteur Desportes.
Fondante Thirriot.
Fondante des Bois.
François Treyve.
Idaho.
La Belgique.
Madame Favre.
Nouveau Poiteau.
Seigneur Esperen.
Souvenir de Leroux Durand.
Worden Seckle.

Variétés demi-tardives :

Antoine Delfosse.
Belle Poitevine.
Beurré Dubuisson.
Beurré gris d'hiver.
Beurré Six.
Columbia.
Fortunée Boisselot.
Général Gallieni.
Jules d'Airoles.
Madame du Puis.
Madame Verte.
Marie Benoist.
Merveille Ribet.
Passe Colmar.
Président Deviolaine.
Président Mas.
Professeur Bazin.

Duchesse d'Angoulême Bronzée.
Ferdinand Gaillard.
Fertility.
Santa Claus.
Tardive de Trévoux.
Virginie Baltet.

Variétés tardives :

Alexandre III
Beurré d'avril
Beurré de Naghin
Fortunée
Président Loubet
Rémy Châtenay
Royale Vendée
Saint Germain Vauquelin
Triomphe de Tournai

Variétés sans renseignements :

Antoine Bouvant
Bergamote Renée
Duchesse de Poitiers
Henri Ferrand
Marquise de Quifistre
Président Barry
Président Kneider
Souvenir de Madelin
Triomphe de Rouchin
Triomphe de Trelazé

Les demandes d'inscription de nouvelles variétés au Catalogue doivent être adressés à Monsieur le Président du Comité technique permanent de la Sélection (C. T. P. S.), C. N. R. A., route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).

Le Directeur-Gérant : M. L. Cagnac

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 10-1962

Dépôt légal : 4e trimestre 1962 *No d'impression : 909*

ERRATA

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (2), 93-115.

ÉTUDE BIOMÉTRIQUE DE LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE INDUITE, PAR RADIATIONS IONISANTES, DANS UNE LIGNÉE PURE D'UNE PLANTE DIPLOIDE AUTOFÉCONDÉE

M. DALEBROUX

Page 98, au paragraphe I. 1. — *Fréquences génotypiques*

lire :

Les graines irradiées fournissent les plantes de la génération X_1 laquelle, à son tour, donne, par autofécondation, la génération X_2 ; celle-ci donne la génération X_3.

ERRATA

De regrettables erreurs ont subsisté lors de la publication d'un précédent article dans un numéro antérieur de cette Revue. Les auteurs s'en excusent vivement.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA GÉNÉTIQUE QUANTITATIVE CHEZ UNE PLANTE AUTOGAME : LE BLÉ

R. ECOCHARD et J. HUET

Première partie — *Ann. Amélior. Plantes*, 1961, **11** (1), 25-59.
Deuxième partie — *Ann. Amélior. Plantes*, 1961, **11** (1), 61-98.

Page 32, ligne 17, lire : $E(g - \bar{g})(h - \bar{h}) = \rho \cdot \sigma_g \cdot \sigma_h$.

Page 33, ligne 17, lire : où.

Page 37, ligne 24, lire : $E \left\{ \text{var.} (\bar{F}_2)_{ij} - \frac{P_i + P_j}{2} \right\} = \frac{1}{4} \sigma_h^2 + \frac{5}{16} \sigma_e^2$.

et ligne 25, lire : $E \{ \text{covar.} (\bar{F}_2)_{ij}/P_j \} = \frac{1}{2} \sigma_g^2 + \frac{1}{2} \rho \cdot \sigma_g \cdot \sigma_h$.

Page 38, ligne 21, lire : $E \{ \text{var.} (\bar{F}_2)_{ij} \} = \frac{1}{4} \sigma_g^2 + \frac{1}{4} \sigma_h^2 + \frac{1}{2} \rho \cdot \sigma_g \cdot \sigma_h + \frac{1}{4} \cdot \frac{4 + n}{4n} \cdot \sigma_e^2$.

Page 40, ligne 36, lire : $(P_i^2 + P_j^2)$.

Page 48, ligne 10, lire : X = total général.

Page 55, ligne 16, lire : la fluctuation E_2 au niveau parcelle.

Page 61, ligne 16, lire : indépendance.

Page 64, ligne 24, lire : (première partie, page 28).

Page 71, ligne 20, lire : $\sigma_h^2 = 0{,}7101$.

Page 77, ligne 4, lire : $\rho \cdot \sigma_g \cdot \sigma_h = \text{var } \bar{F}_2 - \frac{1}{4} \sigma_g^2 - \frac{1}{4} \sigma_h^2 - \frac{1}{4} \cdot \frac{4 + n}{4n} \cdot \sigma_e^2$.

Page 79, ligne 27, lire : $\sigma_h^2 = \text{var.} \left(\bar{F}_2 - \frac{P_i + P_j}{2} \right) - \frac{5}{4} \sigma_e^2 = 0{,}8247$.

ANNALES
DE
L'AMÉLIORATION
DES
PLANTES

Vol. 12 - 1962 - n° 4.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12**, (4) 265-296

ÉTUDE SUR LE SYSTÈME DE REPRODUCTION DE L'ENDIVE (*CICHORIUM INTYBUS L.*)

P. PÉCAUT [1]

avec la collaboration technique de B. de CONINCK

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine et Oise).

SOMMAIRE

Les connaissances sur le système de reproduction de l'Endive sont encore insuffisantes pour permettre une définition précise des méthodes de sélection de nouvelles variétés. A la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles, une étude sur divers aspects de la biologie florale a été entreprise, étude dont les premiers résultats constituent l'objet de ce mémoire. A l'intérieur de diverses variétés commerciales d'Endive, on a cherché à repérer les plantes autofertiles. Deux méthodes ont été utilisées pour mesurer le caractère d'autocompatibilité et pour analyser les réactions d'intercompatibilité :

1° comptage du nombre de graines par capitule après pollinisation contrôlée,

2° examen de la germination du pollen à la surface des stigmates et de la pénétration du tube pollinique après pollinisation contrôlée.

L'observation de cette germination a permis de localiser le niveau de la barrière d'incompatibilité. A l'intérieur de plusieurs variétés, on a étudié la répartition des plantes en diverses classes d'autocompatibilité. On a observé des disjonctions de caractères entre descendants par autofécondation de plantes appartenant à diverses variétés commerciales. Le déterminisme génétique du caractère autocompatible n'a pas été élucidé. Par sélection pendant plusieurs générations, on a obtenu, dans quelques cas, des lignées à haut niveau d'autocompatibilité. L'analyse des résultats de croisements entre plantes a conduit à l'hypothèse d'un déterminisme génique des relations de compatibilité par une série allélique multiple avec détermination sporophytique de la réaction du style et du pollen et existence de relations de dominance entre allèles.

I. — INTRODUCTION

1. — RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX TRAVAUX PUBLIÉS SUR LA REPRODUCTION DE L'ENDIVE

On sait depuis longtemps que l'espèce *Cichorium intybus* est allogame. A priori l'observation des inflorescences abondamment visitées par les abeilles incite à penser que le pourcentage de fécondations croisées est élevé.

[1] Adresse actuelle : Station d'Amélioration des Plantes maraîchères, Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, Montfavet (Vaucluse)

Les phénomènes d'autocompatibilité et d'intercompatibilité ont été étudiés par A. B. STOUT (STOUT, 1918 ; STOUT, 1938). Les principales conclusions de cet auteur peuvent être résumées ainsi :

— Il existe des plantes présentant un niveau plus ou moins élevé d'autofertilité.

— L'autostérilité n'est pas due à une barrière morphologique : elle résulte d'une incompatibilité physiologique.

— Le caractère d'autofertilité ne peut être fixé par sélection ; il n'y a aucune corrélation entre le taux d'autofertilité d'une plante et celui de sa descendance.

— Certains individus sont inter-incompatibles : le résultat du croisement peut varier avec le sens de ce dernier.

— Les résultats obtenus ne peuvent être interprétés suivant un mécanisme mendélien.

L'existence de plantes autofertiles a été confirmée par SNEEP (1953), TILKIN (1958), PÉCAUT (1958). Les résultats rapportés par ces auteurs, malgré des divergences sur l'estimation de la fréquence des individus autofertiles dans les variétés commerciales et sur le degré d'autofertilité moyen de ces plantes, concordent sur le fait qu'il y a un passage continu de l'autofertilité à l'autostérilité. Aucune hypothèse n'a été proposée sur le déterminisme génétique du caractère d'autofertilité. Cependant l'étude des relations d'inter-incompatibilité, lesquelles s'ordonnent selon des schémas clairs, semble indiquer que les comportements des plantes dans les croisements sont bien définis et relèvent d'un déterminisme génétique simple (PÉCAUT, 1958).

Une nouvelle hypothèse sur le mécanisme de reproduction de l'Endive a été formulée par PLUMIER (1960). L'observation des ressemblances morphologiques qui existent entre une plante-mère et sa descendance par autofécondation, ainsi que l'absence apparente de disjonction entre les individus de cette descendance, conduisent l'auteur à envisager un développement apogamique des graines.

2. — RECHERCHES ENTREPRISES

L'étude du système de reproduction de l'Endive a été entreprise à la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles, afin de pouvoir définir une méthode de sélection de nouvelles variétés. L'objectif du sélectionneur est l'obtention d'une variété très homogène, aux caractéristiques bien définies, stable au cours des multiplications et dont on puisse obtenir une production de semences à grande échelle.

La réalisation de lignées par autofécondations répétées doit conduire à ce résultat. Si l'homozygotie entraîne une baisse de vigueur telle qu'on ne puisse cultiver des lignées, celles-ci pourront alors servir à la production de variétés synthétiques.

Les questions suivantes se posaient : Existe-t-il des plantes autofertiles dans les variétés commerciales et avec quelle fréquence ? Comment déceler ces plantes autofertiles ? Peut-on obtenir des lignées autofertiles ?

Les premiers essais furent entrepris en 1955. Des rameaux de plantes choisies après forçage dans diverses variétés ont été isolés sous des sachets de papier sulfurisé. Pour contrôler que les conditions de milieu ainsi créées n'étaient pas défavorables à la fécondation, des croisements entre plantes furent également réalisés. Leurs résultats révélèrent la présence de nombreux croisements incompatibles. Il parut dès lors nécessaire d'entreprendre l'étude de l'intercompatibilité. D'une part, d'un point

de vue théorique, il est vraisemblable que l'autocompatibilité et l'intercompatibilité relèvent d'un même processus physiologique, d'autre part, d'un point de vue pratique, le sélectionneur peut avoir à tenir compte de l'intercompatibilité dans l'établissement de son programme de sélection.

II. DESCRIPTION DE LA FLORAISON ET DE LA FRUCTIFICATION

1. — Floraison

L'Endive est une plante normalement bisannuelle. En deuxième année, elle produit une hampe florale très ramifiée portant plusieurs milliers de capitules.

Il est cependant aisé d'obtenir la floraison dès la première année, en semant les graines en hiver et en soumettant les jeunes plantules au froid. La montée à graines peut également être accélérée par des pulvérisations d'acide gibbérellique.

La floraison s'échelonne sur deux mois environ. Chaque rameau porte des ramifications florifères dont les entre-nœuds ne s'allongent pas et qui forment ainsi des groupes étagés de 4 à 6 capitules.

Un capitule ne reste épanoui que quelques heures. Il s'ouvre le matin et se ferme définitivement 4 ou 5 heures plus tard. L'épanouissement est d'autant plus matinal que le temps est chaud, sec et lumineux. L'épanouissement dure environ une heure : les bractées du capitule s'entrouvent, les ligules se déploient. Quand la fleur est complètement épanouie, le style s'allonge à travers le cylindre staminal et les stigmates s'écartent.

Sur un rameau florifère, la floraison commence par les étages inférieurs. Elle gagne l'extrémité du rameau à raison d'environ un capitule par étage et par jour. Puis elle reprend à la base jusqu'à ce que tous les capitules se soient épanouis.

Le nombre de fleurs par capitule varie entre 18 et 25. Il est généralement plus élevé en début qu'en fin de saison.

Les fleurs sont abondamment visitées par les insectes, en particulier par les abeilles qui, en recueillant le nectar au fond des capitules, se frottent contre les stigmates et se chargent de pollen.

Dans les conditions naturelles, un certain pourcentage de capitules ne portent pas de graines et, à l'intérieur d'un capitule, il y a souvent moins de graines qu'il n'y avait de fleurs.

Le fruit est un akène et, au cours du texte, nous parlerons indifféremment de fruit, d'akène, ou de graine.

2. — Pollinisation

L'anatomie de la fleur constitue-t-elle un obstacle à l'autofécondation ? Lorsque le style s'allonge à l'intérieur du cylindre staminal, les longues papilles stigmatiques externes ramonent le pollen et l'entraînent à l'extérieur du cylindre. A ce moment les résultats de croisements prouvent que le pollen est fonctionnel et que les stigmates sont réceptifs. On ne peut donc parler de protandrie.

Lors de l'élongation du style, les deux stigmates sont intimement appliqués l'un contre l'autre. Les seules papilles réceptrices sont situées à la face interne des

stigmates, où elles dessinent un sillon régulier. Il en résulte qu'elles peuvent ne pas recevoir de grains de pollen. Les conditions d'autofécondation sont donc défavorables en l'absence d'agent pollinisateur. On peut le constater en observant à l'œil nu les fleurs fraîchement épanouies à l'abri des insectes (fig. 1).

Le vent ne semble pas effectuer un transport utile de pollen.

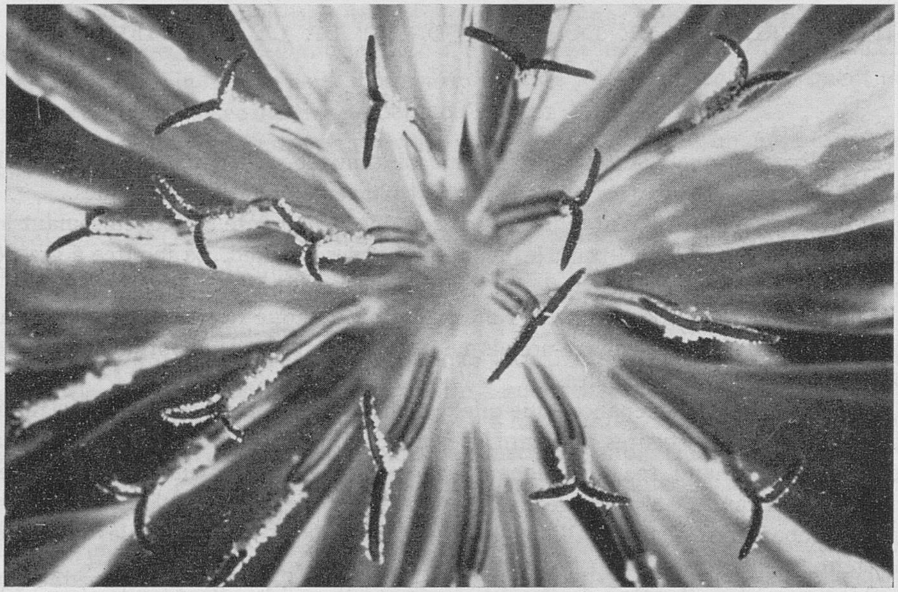


FIG. 1. — *Fleurs épanouies à l'abri des insectes (on remarque l'absence de pollen sur les faces internes des stigmates). Cliché* de CONINCK

3. — CASTRATION

La castration peut être réalisée aussitôt après le déploiement de la ligule et avant l'allongement du style. Le cylindre staminal s'arrache à la pince. Les étamines ne sont alors pas ou très peu déhiscentes. Le pollen est mûr et, à la moindre blessure, quelques grains peuvent s'échapper lors de l'opération. Il est donc nécessaire de bien examiner à l'œil les surfaces stigmatiques pour vérifier l'absence de pollen et de laver le capitule à l'eau afin de détruire tout grain, en particulier ceux qui seraient éventuellement tombés sur les ligules et qui pourraient être amenés au contact des stigmates lors du flétrissement de la fleur.

III. — NIVEAU DE LA BARRIÈRE A L'AUTOFÉCONDATION

La germination des grains de pollen à la surface des stigmates peut être facilement observée. On peut suivre la pénétration du tube pollinique perpendiculairement à l'axe du stigmate jusqu'à son centre, ainsi que le début de la descente dans cet axe.

Une fleur est pollinisée par transport du pollen sur les surfaces stigmatiques. Deux heures plus tard, le style est coupé et plongé dans l'alcool acétique pendant

1 heure. L'observation microscopique peut se faire dans divers colorants : mélange de safranine, de bleu d'aniline, d'acide acétique ou plus simplement bleu lactique.

Chez une plante autocompatible, des grains de pollen restent fixés à la surface des papilles stigmatiques et le tube pollinique est aisément visible si la préparation est bien orientée (fig. 2).

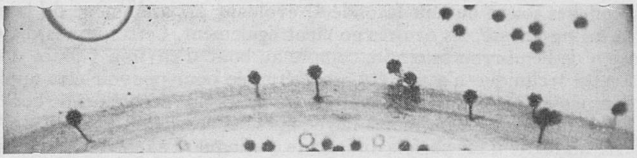


FIG. 2. — *Germination du pollen et pénétration des tubes polliniques. Cliché* H. BANNEROT

Chez une plante auto-incompatible, aucune germination n'est en général décelable.

Le niveau de la barrière est donc situé à la surface des stigmates. Il en est de même quand il s'agit non plus d'auto-incompatibilité mais d'inter-incompatibilité.

L'Endive présente donc un comportement identique à celui des autres genres de la famille des Composées dont on a étudié le mécanisme d'autocompatibilité (*Crepis, Cosmos, Parthemium*).

IV. — MÉTHODES EXPÉRIMENTALES DE DÉTERMINATION DES RELATIONS DE COMPATIBILITÉ

1. — NOMBRE DE GRAINES OBTENUES APRÈS POLLINISATION CONTRÔLÉE DE 5 CAPITULES

Autocompatibilité

Comment déterminer le degré d'autocompatibilité d'une plante ? Au cours des premiers essais des rameaux ont été isolés sous des sachets de papier sulfurisé ou sous des sachets de cellophane. Des plantes entières ont été placées sous des cages de toile. Mais, comme on l'a dit plus haut, en l'absence d'insectes ou à l'abri de l'agitation du vent, le transport du pollen sur les surfaces stigmatiques est mal assuré. Les résultats obtenus ne présentent alors aucune certitude. L'addition d'insectes pollinisateurs, si elle augmente le pourcentage de nouaison, ne permet pas encore de chiffrer avec précision et de manière reproductible le degré d'autofertilité.

Aussi la méthode suivante a-t-elle été employée : un rameau de 4 à 6 étages de capitules est isolé, avant le début de floraison, sous un sachet de cellophane. Quand un capitule de ce rameau s'épanouit, on pollinise les stigmates en les frottant avec les stigmates saupoudrés de pollen d'un second capitule épanoui, prélevé le plus souvent sur un autre rameau également isolé sous sachet. Un contrôle visuel approximatif assure qu'une certaine quantité de pollen a été déposée sur les stigmates. Au fur et à mesure de leur épanouissement on pollinise ainsi 5 capitules du rameau. Plusieurs capitules peuvent s'ouvrir le même jour. Si, ce qui est très rare, 5 capitules s'épanouissent le même jour, on en pollinise au moins deux autres ultérieurement : ainsi les pollinisations s'échelonnent sur plusieurs dates. Cette précaution a été jugée nécessaire pour parer à l'éventualité de conditions très défavorables à la fécondation un jour donné.

Intercompatibilité

Le schéma de travail pour l'étude de la compatibilité entre deux plantes est identique à celui établi pour l'étude de l'autocompatibilité, les capitules pollinisateurs étant prélevés non plus sur la même plante, mais sur un rameau isolé de la plante mâle.

La castration n'est en général pas réalisée, sauf dans des cas particuliers. En conséquence, les capitules de la plante femelle sont pollinisés avec un mélange de pollen de la plante femelle et de la plante mâle. On chiffre, sur un rameau séparé, le degré d'autocompatibilité de la plante femelle, et seuls les résultats relatifs à des plantes femelles considérées comme auto-incompatibles sont pris en considération.

Analyse des résultats

Il est difficile de se rendre compte du résultat d'une pollinisation avant environ trois semaines. En effet, les fleurs, qu'elles soient ou non fécondées, évoluent apparemment de la même manière. Elles flétrissent à la même vitesse, les ovaires gonflent également. Certes, après dissection du fruit, on peut par coloration de l'embryon se rendre compte au bout d'environ 5 jours du résultat de la pollinisation. Mais cette technique n'a pas été assez étudiée pour pouvoir être appliquée à grande échelle. Par contre, après 15 à 20 jours, les ovaires des fleurs non fécondées se contractent et il ne subsiste plus que les téguments plus ou moins développés.

Même à complète maturité il est parfois difficile de distinguer l'akène muni d'un embryon viable de l'akène vide. Un essai de germination est le seul moyen sûr de les séparer. Ceci résulte notamment développement parthénocarpique des fruits.

Pratiquement nous considérons comme graine tout akène apparemment bien développé, plein et dur. Nous considérons comme fleur non fécondée toute fleur donnant naissance à un akène creux dont les parois cèdent à la pression de l'ongle ou d'une pince et à l'intérieur duquel aucun embryon développé n'est discernable.

Le degré de fertilité est évalué par le nombre moyen de graines dans les 5 capitules pollinisés. Ce nombre est à comparer au nombre moyen de fleurs par capitule. Celui-ci n'est pas compté pour chaque capitule. Quelques dénombrements permettent de le fixer en moyenne à 20 fleurs.

Sur le rameau étudié, les 5 capitules pollinisés ne sont pas marqués, pour une raison de difficulté pratique. Ceci n'a pas d'incidence importante sur l'analyse des résultats. En effet, lorsque la plante est auto-incompatible, on retrouve aisément les 5 capitules pollinisés si la pollinisation a été suivie de fécondation

Les feuilles d'analyse se présentent selon le modèle suivant :

	(1)							
	Pollinisation			Comptage de graines				
	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	2	21/8	2,7	1			1	+ 3 graines tombées
	2	27/8	3,8	2	1	15 gr. + 3 gr. bl. + X + av.	2	
	1	28/8	7	3	1	21 gr. + 1 gr. bl.	1	
(2)				4			1	
				5			3	
				6			4	
				7	1	16 gr. + 2 gr. bl. + X	2	
					1	20 gr. + 2 gr. bl.		
				8	1	22 gr.	4	

(1) = numéro de la plante mâle.
(2) = numéro de la plante femelle.
(3) = nombre de capitules pollinisés un jour donné.
(4) = date de la pollinisation de ces capitules.
(5) = numéro des étages où sont situés les capitules pollinisés (l'étage n° 1 est à l'extrémité terminale du rameau, ce dernier ayant été coupé pour éviter que l'allongement du rameau ne se poursuive dans le sachet).
(6) = numéro des étages.
(7) = nombre de capitules contenant des graines, à l'étage correspondant.
(8) = analyse du nombre de graines dans ces capitules : ainsi « 15 g + 3 g bl + X + av » doit se lire : 15 graines pleines + 3 graines blanches parthénocarpiques et vides + X graines tombées au fond du sachet avant le dénombrement + un certain nombre de graines avortées n'ayant pas subi de développement parthénocarpique.
(9) = nombre de capitules vides (ne contenant que des graines avortées) à l'étage correspondant)
(10) = nombre de graines tombées au fond du sachet avant l'analyse.

Cette feuille de dépouillement est ensuite résumée ainsi :

	(1)		
(2)	(3) 5	(4) 97	(5) 19,4
	(6) 18	(7) 0	(8) 0

(1) = numéro du parent mâle.
(2) = numéro du parent femelle.
(3) = nombre de capitules pollinisés.
(4) = nombre de graines pleines obtenues.
(5) = nombre moyen de graines par capitule pollinisé.
(6) = nombre de capitules non pollinisés.
(7) = nombre de graines dans les capitules non pollinisés.
(8) = nombre moyen de graines par capitule non pollinisé.

Voici comment se présentent quelques résultats typiques :

	CF_2 CF_1 nº3		
AC nº 5	5	97	19,4
	18	0	0

Croisement entre la plante auto-incompatible AC nº 5 et la plante $CF_2 CF_1$ nº 3.

	AC nº5		
AC nº 5	5	0	0
	17	0	0

Autofécondation de la plante auto-incompatible AC nº 5.

	EG nº1		
EG nº 1	5	64	13,0
	25	76	3,2

Autofécondation de la plante autocompatible EG nº 1.

2. — Germination du pollen après pollinisation contrôlée

On apporte sur un capitule isolé avant floraison, du pollen provenant d'un capitule isolé de la même plante (étude de l'autocompatibilité) ou du pollen d'une autre plante (étude de l'intercompatibilité). Six fleurs de ce capitule sont ensuite examinées selon la méthode décrite au chapitre III.

On évalue le nombre de grains de pollen ayant germé sur les stigmates de ces six fleurs et on calcule la moyenne de ces six nombres. L'échelle de germination va de 0 (aucun grain de pollen germé) à 3 (plus de 10 grains germés par fleur).

La notation est répétée un autre jour, sur un autre capitule. La moyenne des deux notes constitue l'indice de compatibilité. Si les deux notes sont divergentes, de nouvelles expériences sont réalisées.

On a établi qu'il y avait une corrélation étroite entre l'indice de compatibilité déterminé par cette méthode et celui déterminé par la méthode de comptage du nombre des graines après pollinisation contrôlée de 5 capitules.

Cette technique de coloration des tubes polliniques à été mise au point en 1959, avec la collaboration de H. Bannerot. Cette méthode rapide présente des avantages appréciables pour repérer les plantes autocompatibles. Elle est d'un grand secours dans un programme de sélection de lignées par autofécondations répétées. Lorsque les premières fleurs d'une plante apparaissent, on peut immédiatement déterminer son degré d'autocompatibilité. Si elle est autocompatible, on coupe les quelques rameaux déjà fleuris et on peut alors la coiffer d'une cage d'isolement. Ceci conduit à une utilisation efficace de ces cages.

V. — PARTHÉNOCARPIE

L'existence d'un développement parthénocarpique du fruit rend parfois délicate la distinction entre une graine munie d'un embryon et un fruit vide. Celui-ci se distingue généralement de la graine viable par sa teinte plus blanche et son aspect creux.

Cette parthénocarpie est provoquée, à l'intérieur d'un capitule, par la fécondation d'une ou plusieurs fleurs du même capitule. L'expérience suivante illustre le phénomène :

Sur une plante autostérile, on a pollinisé un nombre déterminé de fleurs par capitule, en coupant le style des autres fleurs non pollinisées. Pour chaque capitule on a compté : le nombre de fruits contenant un embryon ; le nombre de fruits parthénocarpiques à tégument normalement développé mais sans embryon ; le nombre de fruits avortés à tégument non développé. Les résultats figurent au tableau 1. On constate que la pollinisation de 5 fleurs a induit la formation, chez les 15 autres fleurs non pollinisées, d'un fruit vide dont le tégument est de taille normale. Aucun développement parthénocarpique n'a lieu en l'absence de pollinisation.

TABLEAU I

Développement parthénocarpique des akènes

Nombre de fleurs dans le capitule	20	20	20	20	20	20	20	22	19	21	18
Nombre de fleurs pollinisées dans le capitule	0	0	0	5	5	5	10	10	19	21	18
Nombre de fruits pleins	0	0	0	5	5	4	10	10	14	20	11
Nombre de fruits parthénocarpiques	0	0	0	15	15	16	10	12	5	1	7
Nombre de fruits avortés	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0

Si une fleur fécondée induit autour d'elle la formation d'un cortège de fruits parthénocarpiques, il n'est pas exclu que cette induction puisse se manifester à plus lointaine distance, en particulier dans les capitules du même étage. Aucune expérience n'a été réalisée pour vérifier cette hypothèse.

VI. — AUTOCOMPATIBILITÉ

1. — Existence de plantes autocompatibles

Résultats de 1959

En 1959, on a étudié le comportement en autofécondation de 164 plantes appartenant à 6 variétés commerciales. Deux remarques s'imposent : 1) l'échantillon de chaque variété n'avait pas été prélevé au hasard, mais il était constitué par des plantes sélectionnées au forçage pour un type déterminé de chicon et il est impossible de dire si un tel échantillon est représentatif pour l'étude de l'autocompatibilité ; 2) des liens de parenté existent probablement entre certaines de ces variétés.

Dans le tableau 2, les plantes sont classées suivant leur degré d'autocompatibilité. Ce dernier a été déterminé, pour la plupart des plantes, par la méthode de pollinisation de 5 capitules et le comptage des graines. Malheureusement, pour d'autres

TABLEAU 2

Répartition des plantes de quelques variétés commerciales d'après leur degré d'autocompatibilité (1959)

Variétés	Nombre de plantes par variété	Nombre moyen de graines par capitule								
		0	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	Plus de 14
Clause extra-hâtive.........	16 (+ 1)	6	3	3	2	1	0	1	0	0 (+ 1)
Dumoulin Campenhout	4 (+ 1)	2	0	1	0	0	0	0	1	0 (+ 1)
Penninckx Campenhout	8 (+ 2)	3	1	1	2	0	0	0	1	0 (+ 2)
Penninckx Normale........	20 (+ 10)	10 (+ 5)	3 (+ 3)	4	1	0	0	1	0	1 (+ 2)
Penninckx Tardive	16 (+ 20)	6 (+ 6)	2 (+ 3)	1	2	1	1	1	1	1 (+ 11)
St Michel Campenhout	50 (+ 16)	22 (+ 4)	13 (+ 1)	4	7	1	1	1	1	0 (+ 11)
Total.....................	114 (+ 50)	49 (+ 15)	22 (+ 7)	14	14	3	2	4	4	2 (+ 28)
Pourcentage de plantes dans chaque classe		39	18	9	9	2	1	2	2	18

(Les chiffres entre parenthèses représentent les nombres relatifs à des plantes, isolées sous cage, dont le degré d'autocompatibilité est seulement évalué, car il n'a pas été déterminé par la méthode de pollinisation de 5 capitules, mais par la méthode de germination du pollen. On a tenu compte de l'ensemble des plantes pour calculer le pourcentage de plante dans chaque classe d'autocompatibilité.)

plantes, il n'a pu en être ainsi : en effet, à la suite de l'examen de la germination du pollen après autopollinisation, des cages d'isolement avaient été disposées sur 50 plantes, en particulier sur celles qui avaient un indice élevé de germination. D'après le poids de graines récoltées sur ces plantes isolées, on leur a donné, très approximativement, un degré d'autocompatibilité exprimé en nombre de graines par capitule. Les résultats relatifs à ces plantes figurent entre parenthèses dans le tableau 2. En raison de cette imprécision expérimentale, ce tableau est surtout instructif en ce qui concerne la forte proportion de plantes à faible degré d'autocompatibilité.

Il existe apparemment un passage continu de l'auto-incompatibilité à l'autocompatibilité. Il est vraisemblable que la fluctuation due aux conditions de milieu ou aux méthodes de travail est en partie responsable de cette continuité. Cependant la répétition des mesures du degré d'autocompatibilité sur une même plante montre que cette variation continue existe réellement, indépendamment de la fluctuation non contrôlable. Il est donc impossible de classer les plantes en deux groupes : autocompatible et auto-incompatible. Il faut les ranger en classes correspondant à divers degrés d'autocompatibilité.

On constate la répartition suivante :

39 p. 100 des plantes n'ont donné aucune graine par capitule.

57 p. 100 des plantes ont donné moins d'une graine par capitule.

75 p. 100 des plantes ont donné moins de 6 graines par capitule, c'est-à-dire ont eu, en autopollinisation, un pourcentage de nouaison inférieur ou égal à 30 p. 100.

Résultats de 1960-1961

La recherche d'individus autocompatibles dans des populations commerciales a été réalisée en 1960 et en 1961 par la méthode de germination du pollen après autopollinisation [1].

La répartition des plantes suivant la note de germination figure dans le tableau 3.

On constate qu'en 1960 et en 1961, respectivement 68 p. 100 et 82 p. 100 des plantes ont eu 0 comme note de germination.

2. — Constance de la réaction d'une plante

Le degré d'autocompatibilité d'une plante semble bien déterminé et ne pas fluctuer au cours du temps. Les réactions de plusieurs plantes ont été mesurées dans diverses conditions au champ et en serre, à différentes saisons, pendant plusieurs années. Les résultats ont toujours été concordants.

Par ailleurs les réactions des plantes d'un clone, obtenu par multiplication végétative d'une plante-mère, sont identiques. On sait qu'il est facile de constituer des clones grâce à la faculté que possède un morceau de racine de donner naissance à de nouveaux individus.

L'expérience suivante illustre l'identité de comportement des plantes d'un même clone.

[1] Les résultats des tableaux 3 et 9 ont été obtenus au cours des travaux de sélection poursuivis par H. Bannerot.

TABLEAU 3

Répartition des plantes de quelques variétés commerciales d'après leur degré d'autocompatibilité déterminé par l'examen de la germination du pollen

Variétés	1960						1961					
	Nbre de plantes par variété	Notes de germination				Note moyenne pour la variété	Nbre de plantes par variété	Notes de germination				Note moyenne pour la variété
		0	1	2	3			0	1	2	3	
Zwaan's Précoce de Malines	23	17	2	0	4	0,6						
Campina	24	21	2	0	1	0,2						
Godinette	65	49	4	3	9	0,6	84	73	2	4	5	0,2
Tardive d'Anvers	30	17	4	2	7	1,0	28	25	0	1	2	0,2
Malina	25	14	2	5	4	1,0	35	29	1	3	2	0,3
Penninckx Campenhout	11	5	3	1	2	1,0	85	65	2	7	11	0,5
Penninckx Tardive	4	2	0	0	2	1,5						
Penninckx Normale	24	15	4	0	5	0,8	87	73	3	3	8	0,3
Van Espen Campenhout	4	3	1	0	0	0,2						
Hocquet Hâtive	143	98	12	12	21	0,7	163	126	6	8	23	0,6
Hocquet Normale							50	44	0	1	5	0,3
Penninckx Primeur							44	39	1	0	4	0,2
Select Hâtive							86	70	1	6	9	0,4
Select Normale							14	12	2	0	0	0,1
Total	353	241	34	23	55	0,7	676	556	18	33	69	0,4

Trois clones ont été obtenus en multipliant végétativement les trois plantes *Zw 3*, *Zw 4* et *B 11*. Trois plantes de chacun de ces clones ont été croisées entre elles. On a croisé également certaines plantes d'un clone avec certaines plantes des deux autres clones. Les résultats figurent au tableau 4.

TABLEAU 4

Croisements entre plantes d'un même clone et entre clones

		Zw 4			*Zw 3*			*B 11*		
		4	5	6	14	16	17	9	10	11
Zw 4	4	2,2	4,6	1,7	13,4			10,4		18,0
	5		7,0	1,8						
	6			1,7						
Zw 3	14	19,4			0	0	1,2	0		
	16	18,5				0	0			
	17						1,2			
B 11	9	12,0			0			0	0	0
	10								0	0
	11									0

Tous les individus du clone *B 11* ont le même degré d'autocompatibilité, soit 0 graine par capitule. Croisés entre eux, ces individus sont inter-incompatibles avec le même degré d'intercompatibilité soit 0 graine par capitule.

A l'intérieur du clone *Zw 3*, le degré d'autocompatibilité fluctue de 0 à 1,2 graines par capitule. Une fluctuation de même ampleur se retrouve dans les résultats des croisements entre plantes de ce clone.

Le clone *Zw 4* a un degré d'autocompatibilité plus élevé et plus fluctuant. Il varie de 1,7 à 7,0 graines par capitule. Entre les plantes de ce clone, la fluctuation va de 1,7 à 4,6 graines par capitule.

On vérifie également que les plantes d'un même clone possèdent les mêmes relations d'intercompatibilité vis-à-vis des plantes appartenant aux deux autres clones.

3. — Valeur des méthodes de détermination du degré d'autocompatibilité

Méthode de la pollinisation de 5 capitules et comptage des graines

Quelle valeur doit-on attribuer à cette technique de détermination du degré d'autocompatibilité d'une plante ? La méthode de pollinisation sous sachet de cellophane est-elle ou non défavorable à la nouaison ?

Une observation permet d'apprécier la valeur de cette manière d'opérer :

Les croisements entre plantes sont réalisés exactement dans les mêmes conditions. Or, on observe, dans le cas de croisements entre plantes compatibles, des taux de nouaison très élevés, atteignant 100 p. 100 (voir plus loin les résultats des études sur l'intercompatibilité).

Donnons un exemple : en 1959, en même temps que l'on déterminait le degré d'autocompatibilité des plantes de variétés commerciales, on analysait exactement dans les mêmes conditions, leur relation d'intercompatibilité avec une plante « testeur », la plante *B 11*, qui était utilisée comme parent mâle. Le tableau 5 donne, pour chaque plante de la variété « *Clause extra-hâtive* », le degré d'autocompatibilité et le degré d'intercompatibilité avec la plante *B 11*.

TABLEAU 5

Comparaison du degré d'autocompatibilité et du degré d'intercompatibilité avec une plante testeur

A..	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	16	17	19	20
B..	0,6	6,0	0,0	1,3	2,7	4,3	4,2	0,0	0,5	0,0	0,0	2,9	0,0	2,8	11,8	0,0
C..	15,5	15,6	15,0	0,2	17,7	19,8	16,4	0,0	12,4	13,8	11,4	13,0	16,8	10,4	10,0	12,6

A = numéro de la plante
B = nombre de graines par capitule après autofécondation
C = nombre de graines par capitule après croisement avec la plante *B11*.

Si on examine globalement les résultats rapportés sur ce tableau, y compris ceux relatifs aux croisements inter-incompatibles, on constate que le degré moyen d'autocompatibilité des 16 plantes est de 2,3 graines par capitule alors que le degré moyen d'intercompatibilité de ces plantes avec la plante *B 11* est de 12,5 graines par capitule.

Ceci prouve que les faibles nombres de graines par capitule obtenus après fécondation correspondent réellement à une auto-incompatibilité.

Cependant on observe souvent des résultats peu nets, aussi bien en autofécondation qu'en hybridation, surtout en fin de saison quand on travaille sur les dernières fleurs et quand le temps est défavorable. Aussi est-il important de juger de la valeur d'un résultat en fonction de l'ensemble des résultats obtenus à la même époque et plus particulièrement en fonction des résultats des croisements.

D'un capitule à l'autre il y a très souvent de grandes différences dans le pourcentage de nouaison.

Ces différences paraissent pour l'instant inexplicables. En conséquence, il est nécessaire de polliniser au moins 5 capitules pour améliorer l'estimation.

La précision que l'on peut attendre de cette méthode de détermination des relations de compatibilité peut être illustrée par deux expériences. Celle des résultats des croisements entre plantes d'un même clone et entre clones a été déjà reportée dans le tableau 4. On observe une variation extrême de 1,8 à 7,0 graines par capitule dans le niveau d'autocompatibilité de la plante *Zw4*, une variation de 10,4 à 18,0 graines par capitule dans le niveau d'intercompatibilité entre les plantes *Zw4* et *B11*.

La deuxième expérience que nous mentionnerons ici est celle de l'étude des relations d'autocompatibilité et d'intercompatibilité des descendants par autofécondation de la plante *F*, dont le niveau d'autocompatibilité a été estimé à 7,6 graines par capitule. Les fleurs des plantes femelles n'ayant pas été castrées, chacune a donc reçu un mélange de son propre pollen et de pollen de la plante jouant le rôle de mâle. En conséquence on doit obtenir, après croisement, un nombre de graines par capitule au moins égal à celui que l'on obtient après autofécondation. Les résultats sont reportés dans le tableau 6. Si, dans l'ensemble on observe une bonne concordance dans les chiffres, on relève une exception : la plante *F. 1* n'a donné que 1,2 graines par capitule après croisement avec la plante *F. 3* alors qu'elle en a donné 17,6 après autofécondation.

TABLEAU 6

Croisements entre descendants par autofécondation de la plante autocompatible F

	1	6	7	17	47	67	2	3	4
1	17,6°	15,3°	13,0°				11,8°	1,2	12,3°
6	13,6	15,5	11,4	12,3	9,2		7,9	13,6	4,2
7	9,5°	5,4	15,5				12,5	15,0	12,0
17				8,8	6,8°	8,9			
47				6,7	14,2	6,0			
67				3,8	6,7	2,4			
2	0	0,2		0	1,3		0,6	0	3,0
3	0	0,8	0,5				0	0	1,0
4	5,6	0,7	0,8				2,9	3,7	2,8

De telles anomalies doivent souvent être dues à des erreurs expérimentales. Malheureusement, nous nous en sommes toujours aperçus alors qu'il était trop tard pour refaire les expériences, les plantes ayant été éliminées.

Pour assurer l'autofécondation sous sachet, nous avons dit qu'il était nécessaire de polliniser les fleurs, car leur anatomie est défavorable à l'arrivée de pollen sur les papilles réceptrices des stigmates. Dans le cas de plantes très autocompatibles on observe cependant un pourcentage de nouaison souvent élevé, même sans pollinisation artificielle. Un exemple est donné dans le tableau 7.

Nous avons vu que l'analyse des résultats après la pollinisation contrôlée de 5 capitules d'un rameau fournit deux données : le nombre moyen de graines par capitule pollinisé artificiellement et le nombre moyen de graines pour les autres capitules du rameau qui se sont autopollinisés naturellement. Reprenons certaines plantes de l'expérience précédente (tableau 6) et ajoutons, en dessous du nombre de graines par capitule obtenues après pollinisation contrôlée, le nombre de graines obtenues sur les autres capitules qui se sont autopollinisés naturellement. Nous constatons une bonne autofécondation naturelle pour la plante *F. 1* très autocompatible, une certaine autofécondation naturelle pour la plante *F. 6* assez autocompatible, une autofécondation naturelle nulle pour la plante *F. 3* auto-incompatible.

Ainsi chez des plantes très autocompatibles dont les fleurs s'épanouissent à l'abri de tout agent pollinisateur, une quantité de pollen suffisante pour assurer la fécondation arrive au contact des papilles stigmatiques. Ceci semble normal pour les

TABLEAU 7

Comparaison du nombre de graines par capitule autofécondé avec ou sans pollinisation artificielle

		F. 1	*F. 6*	*F. 7*	*F. 2*	*F. 3*	*F. 4*
F. 1	A	*17,6°*	15,3°	13,0°	11,8°		12,3°
	B	12,8	11,3°	12,4°	11,4		9,9
F. 6	A	13,6	*15,5*	11,4	7,9	13,6	
	B	3,4	3,7	2,8	2,8	2,2	
F. 3	A	0	0	0,5	0	*0*	
	B	0	0	0	0,5	0	

A = nombre de graines par capitule après pollinisation artificielle de 5 capitules d'un rameau, soit avec le pollen de la même plante (le chiffre *en italique* représente le degré d'autocompatibilité), soit avec le pollen d'autres plantes (les fleurs femelles n'ont pas été castrées) ;

B = nombre de graines par capitule après autopollinisation naturelle, sur l'ensemble des autres capitules du rameau.

raisons suivantes : d'une part, le fruit étant un akène, sa formation ne nécessite qu'un seul grain de pollen ; d'autre part, quand la fleur se fane, les pétales chiffonnés se replient sur les stigmates et peuvent amener du pollen à leur contact.

Méthode de la germination du pollen

On observe également une fluctuation dans l'estimation du degré d'autocompatibilité par la méthode de comptage des grains de pollen ayant germé et pénétré dans le style. Comme pour la méthode précédente, nous n'avons pas réussi à expliquer cette fluctuation. Il est certain que quelques irrégularités expérimentales sont inévitables dans un travail effectué en plein champ. Il est certain également que bien souvent les conditions atmosphériques doivent être défavorables soit à la production de pollen viable, soit à la fécondation.

4. — Discussion sur la réalité du caractère autocompatible

Il est nécessaire de se demander si les graines obtenues par autofécondation résultent bien d'une fusion de gamètes ou si, au contraire, il faut retenir l'hypothèse formulée par PLUMIER (1960) selon laquelle ces graines proviendraient d'un développement apogamique. Cette dernière hypothèse ne peut expliquer les résultats que nous avons observés dans nos expériences . Nous citerons quelques exemples :

a) *Observations morphologiques des lignées obtenues par autofécondation.*

Les lignées I_1, obtenues par autofécondation d'individus appartenant à des populations commerciales, se distinguent très facilement les unes des autres. Alors que dans un champ de comparaison de variétés, la variation d'aspect morphologique

d'une variété à l'autre est généralement difficile à mettre en évidence, dans une pépinière de lignées, les limites entre parcelles sont bien tranchées. Chaque lignée possède une allure particulière.

Toutes les plantes d'une même I_1 semblent, à première vue, semblables entre elles. En plus, elles ressemblent à la plante-mère dont elles sont issues. Cette constatation est à la base de l'hypothèse de l'apogamie formulée par PLUMIER (1).

Les plantes d'une même I_1 sont-elles réellement identiques ? Voici ce que nous avons constaté dans nos pépinières de sélection : à la densité normale de plantation c'est-à-dire 7 plantes au mètre sur la ligne et 0,40 m entre lignes, les plantes sont freinées dans leur croissance et elles ne peuvent étaler leur feuillage et extérioriser pleinement leurs caractéristiques morphologiques. Si on peut avoir une vue d'ensemble de la lignée, par contre, l'examen individuel de chaque plante est délicat.

L'allure particulière d'une plante résulte de la synthèse de plusieurs caractères de la feuille : taille, couleur, découpure, gaufrage, port. Si certains d'entre eux sont à hérédité simple, il est vraisemblable que la plante-mère soit homozygote pour un ou plusieurs caractères. La lignée qui en est issue est alors homogène pour ce ou ces caractères, et l'observateur a tendance à ne remarquer que cet aspect de la plante. Pour d'autres caractères, on doit observer des disjonctions du type 3/4-1/4, et il est possible qu'à la distance normale de plantation les récessifs soient plus ou moins camouflés par les dominants. Pour les caractères à hérédité plurifactorielle, il est normal qu'il soit difficile de déceler des disjonctions à l'intérieur d'une I_1.

Cependant l'observation attentive des I_1 nous a montré l'existence de disjonctions très nettes pour les caractères morphologiques, d'autant plus facilement décelables que les plantes étaient situées à plus grand écartement.

L'observation des I_2 issues d'une même lignée I_1 confirme cette hétérogénéité. Certes, les lignées I_2 gardent un même aspect général qui est celui de la lignée I_1, mais elles se différencient souvent nettement les unes des autres. Ceci est la preuve qu'il y avait des disjonctions génétiques en I_1.

b) *Analyse génétique de disjonctions.*

Pour fournir une démonstration plus évidente de la réalité des disjonctions, nous avons étudié l'hérédité du caractère de la couleur de la fleur.

Un croisement a été réalisé entre une plante auto-incompatible à fleur bleue et une plante à fleur blanche. La F_1 est à fleur bleue. Les descendances par autofécondation de 5 plantes F_1 à niveau moyen d'autocompatibilité ont montré les ségrégations suivantes pour la couleur de la fleur :

	Fleur blanche	Fleur bleue	Total
Plante F_1 *n° 2*	3	7	10
— *n° 12*	5	14	19
— *n° 23*	8	20	28
— *n° 1*	1	7	8
— *n° 14*	5	15	20
Total	22	63	85

Il y a donc eu un mécanisme génétique normal pour la formation des embryons F_2.

(1) Le terme « aposporie » nous semble plus exact.

Cette expérience avait déjà été réalisée par Stout (1918). Mais, contrairement à ce que nous avons observé, cet auteur n'avait pas obtenu une disjonction conforme avec l'hypothèse d'un gène récessif déterminant la couleur blanche.

D'autres exemples, comme l'étude de l'hérédité d'anomalies chlorophylliennes, l'étude des relations de compatibilité (par exemple celles rapportées dans le tableau 6 entre descendants par autofécondation de la plante *F*) nous ont montré l'existence de disjonctions dans les descendances par autofécondation. On peut donc conclure que nos expériences n'ont pas permis de mettre en évidence un déroulement anormal des phénomènes d'embryogenèse.

5. — Hérédité du caractère autocompatible

Les résultats que nous avons obtenus sur l'hérédité du caractère autocompatible ne permettent pas encore d'émettre des conclusions claires. Comme nous le verrons plus loin, il semble que les méthodes d'investigation que nous avons utilisées manquent de la précision nécessaire pour débrouiller un phénomène qui se révèle complexe.

Nous avons rapidement constaté que dans la descendance par autofécondation d'une plante autocompatible, on retrouve des individus présentant tous les degrés d'autocompatibilité. Par ailleurs, dans les descendances de croisements entre plantes auto-incompatibles on obtient fréquemment des individus autocompatibles.

Sélection pour différents niveaux d'autocompatibilité

Nous avons étudié le comportement en autofécondation des descendants de trois plantes autocompatibles. Les résultats sont rapportés dans le tableau 8.

Pour chaque descendance on a établi :

a) la répartition des individus d'aprés leur degré d'autocompatibilité.

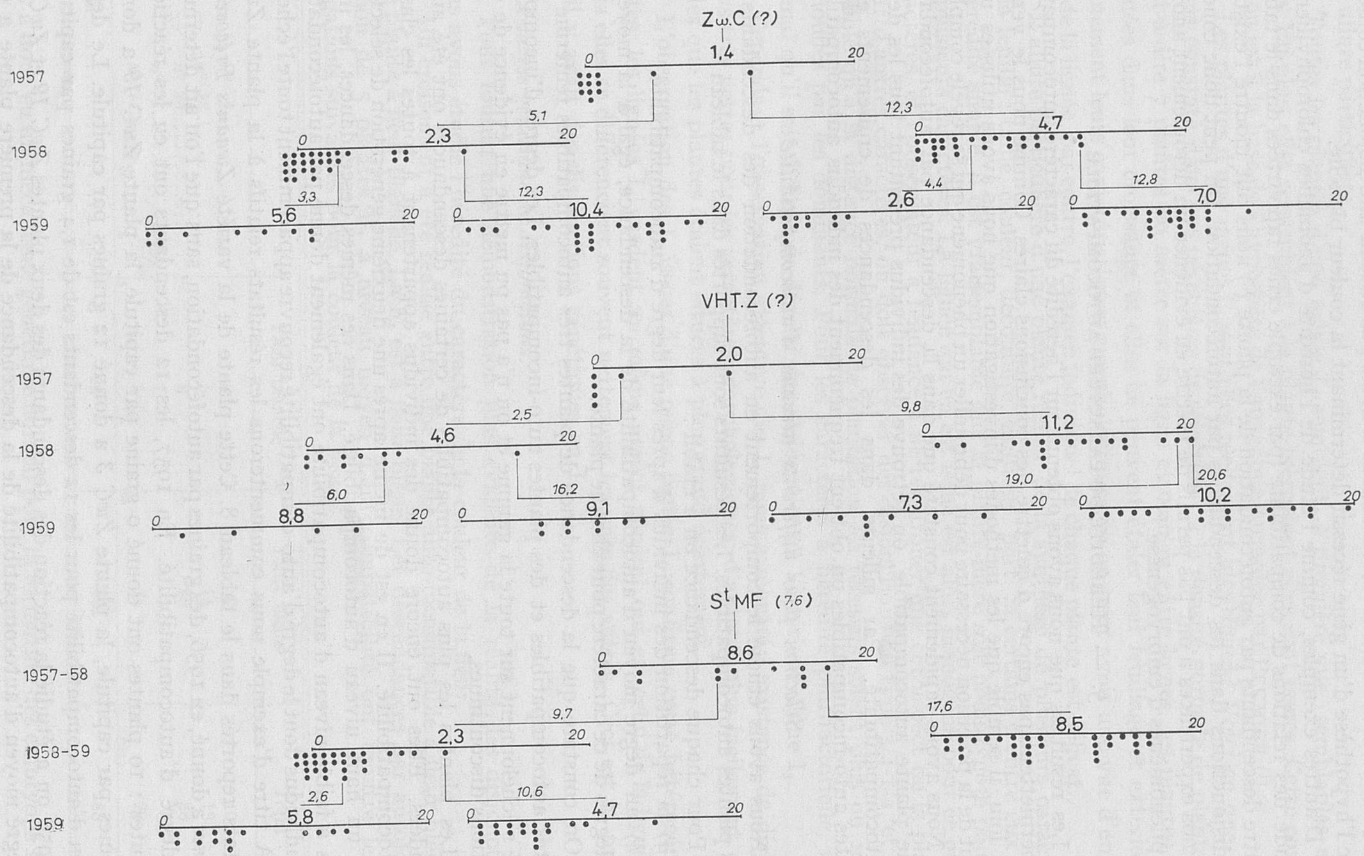
b) un degré moyen d'autocompatibilité de la descendance, égal à la moyenne des degrés de ce caractère pour chaque plante.

On constate que la descendance de plantes très autocompatibles renferme des plantes autocompatibles et des plantes auto-incompatibles. Les degrés d'incompatibilité s'échelonnent sur toute la gamme et on n'a pas pu mettre en évidence de disjonctions discontinues.

Les plantes les plus autocompatibles de certaines descendances ont été autofécondées. Elles ont encore donné des individus appartenant à toutes les classes d'autocompatibilité. Il en est de même après une deuxième génération de sélection pour un haut niveau d'autocompatibilité. Dans ces mêmes descendances, les individus à faible niveau d'autocompatibilité ont également donné par autofécondation des individus dont le degré d'auto-compatibilité recouvre apparemment toute l'échelle.

A titre d'exemple nous commenterons les résultats relatifs à la plante *ZwC*, résultats reportés dans le tableau 8. Cette plante de la variété *Zwaan's Précoce de Malines* a donné, en 1956, des graines par autofécondation, sans que l'on ait déterminé son degré d'autocompatibilité. En 1957, les 12 descendants ont eu les réactions suivantes : 10 plantes ont donné 0 graine par capitule, la plante *ZwC 19* a donné 5 graines par capitule, la plante *ZwC 3* a donné 12 graines par capitule. Le degré moyen d'autocompatibilité pour les 12 descendants est de 1,4 graines par capitule. En 1958 on a étudié la réaction des descendants des deux plantes *ZwC 19* et *ZwC 3.* Le degré moyen d'autocompatibilité de la descendance de la première plante a été de 2,3 graines, celui de la deuxième de 4,7 graines par capitule. Dans chaque descen-

TABLEAU 8



12,3 : degré d'auto-compatibilité de la plante mère
4,7 : degré moyen d'auto-compatibilité de la descendance

dance on a retenu une plante à faible niveau et une plante à fort niveau d'autocompatibilité, à savoir les plantes *ZwC 19. 30* (3,3 graines par capitule) *ZwC 19. 13* (12,3 graines par capitule) *ZwC 3. 5* (4,4 graines par capitule) *ZwC 3. 22* (12,8 graines par capitule). L'autocompatibilité de ces 4 descendances a été déterminée en 1959 et on a obtenu les degrés moyens respectifs suivants : 5,6 - 10,4 - 2,6 et 7,0 graines par capitule.

L'étude de l'ensemble des résultats appelle les commentaires suivants : dans ces exemples, par sélection pour un niveau élevé d'autocompatibilité au cours de deux générations successives on n'a pas obtenu de lignées fixées pour ce caractère. La sélection a présenté cependant une efficacité. Le niveau moyen d'autocompatibilité de certaines descendances est très supérieur au niveau d'autocompatibilité des variétés de départ. Dans 7 des 8 cas étudiés, si dans une même descendance on choisit une plante *A* à niveau élevé d'autocompatibilité et une plante *B* à faible niveau, le niveau moyen d'autocompatibilité des descendants de *A* est supérieur à celui de *B*.

TABLEAU 9

Degré d'autocompatibilité de lignées I1, I2, I3 (1961)

	Lignées	Nbre de pl. par lignée	Notes de germination				Note moy. de germination
			0	1	2	3	
	P. N 104	43	30	3	3	7	0,7
	P. N 110	34	21	3	4	6	0,8
	P. N 121	40	29	1	3	7	0,7
	P. H 4	18	11	0	1	6	1,0
	P. H 10	33	18	0	1	14	1,3
I_1	*P. T 3*	64	19	3	7	35	1,9
	P. T 17	28	22	1	2	3	0,3
	P. T. 16	26	14	4	0	8	1,0
	P. T 21	4	1	0	2	1	1,8
	D. C 1.	35	27	0	1	7	0,6
	C. E. H 18	52	29	0	5	18	1,2
	Total des I_1	377	221	15	29	112	1,08
	V. E. N. 5.2	35	21	3	4	7	0,9
	V. E. N. 5.3	16	9	0	1	6	1,2
	D. T. 14.1.	30	26	0	2	2	0,3
	P. N. 25.3.	30	21	0	1	8	0,8
	P. N. 50.2.	4	3	0	1	0	0,5
I_2	*P. N. 50.7.*	36	16	1	6	13	1,4
	P. N. 50.9.	28	23	0	2	3	0,4
	P. N. 18.3.	20	20	0	0	0	0,0
	P. N. 18.4.	20	10	1	3	6	1,2
	P. N. 29.9.	19	9	1	4	5	1,2
	P. N. 7.1.	27	12	4	2	9	1,3
	Total des I_2	265	170	10	26	59	0,87
I_3	*V. H. T. Z.7.14.*	64	8	11	11	34	2,1
	Zw. 19.13.23.	14	0	1	5	8	2,5
	Total des I_3	78	8	12	16	42	2,2

Variétés d'où sont issues les lignées :
P. N. = *Penninckx Normale* *C. E. H.* = *Clause Extra Hâtive* *P. H.* = *Penninckx Hâtive*
V. E. N. = *Van Espen Normale* *P. T.* = *Penninckx Tardive* *D. T.* = *Dumoulin Tardive*
D. C. = *Dumoulin Campenhout* *V. H. T.* = *Vilmorin Hâtive Tardive* *Zw* = *Zwaan's Précoce de Malines*

Sélection de lignées autocompatibles

D'autres résultats acquis au cours des travaux de sélection confirment l'hypothèse selon laquelle on peut augmenter le niveau d'autocompatibilité de certaines lignées et obtenir probablement des lignées totalement autocompatibles.

Le degré d'autocompatibilité mesuré par la méthode de germination du pollen a été déterminé sur des lignées provenant de 1, 2 ou 3 autofécondations successives (I_1, I_2, I_3). Les résultats sont mentionnés dans le tableau 9. On peut constater les faits suivants :

Le niveau moyen d'autocompatibilité des variétés commerciales a été de 0,7 en 1960, de 0,4 en 1961 (voir tableau 3). Le niveau moyen d'autocompatibilité des I_1 en 1961 est de 1,08. Celui des I_2 n'est que de 0,87. Mais il faut souligner que, dans ce cas, les plantes mères correspondantes des populations de départ n'avaient pas fait l'objet d'une sélection systématique pour leur niveau d'autocompatibilité. Le niveau moyen des I_3 est de 2,2. Il semble que l'on ait obtenu une lignée très autofertile, la lignée *ZwC 19. 13. 23.*

Discussion sur l'hérédité du caractère autocompatible

Les expériences que nous venons d'exposer n'ont pas permis de mettre en évidence de disjonctions nettes pour ce caractère dans les descendances de plantes autocompatibles. Une des raisons de cet échec est certainement l'imprécision de la méthode utilisée, c'est-à-dire une mesure unique de la réaction d'autocompatibilité, par comptage du nombre de graines par capitule après pollinisation de 5 capitules. Comme nous l'avons déjà dit, il existe une fluctuation dans les résultats de cette mesure, et il est difficile de la séparer de la variation.

Dans d'autres études nous avons pu mettre en évidence, avec beaucoup plus de netteté, des résultats relatifs à l'hérédité du caractère autocompatible.

Un exemple a déjà été cité : celui de l'autofécondation de la plante *F* de la variété *St-Martin Normale demi-hâtive* (voir tableau 6) Cette plante avait un niveau d'autocompatibilité de 7,6 graines par capitule. Nous avons réalisé une série de croisements entre 9 descendants par autofécondation de la plante *F*. Aucune castration n'ayant été réalisée, les résultats des croisements fournissent des évaluations maximales du degré d'autocompatibilité. On constate alors une disjonction très nette pour le caractère autocompatible. En supposant tous les croisements inter-incompatibles, on obtient les estimations maximales suivantes pour les degrés d'autocompatibilité :

plante	*F. 1* :	11,9 gr./cap.	(moyenne de 6 mesures)
—	*F. 7* :	11,6 gr./cap.	(moyenne de 6 mesures)
—	*F. 6* :	11,0 gr./cap.	(moyenne de 8 mesures)
—	*F. 47* :	9,0 gr./cap.	(moyenne de 3 mesures)
—	*F. 17* :	8,2 gr./cap.	(moyenne de 3 mesures)
—	*F. 67* :	4,3 gr./cap.	(moyenne de 3 mesures)
—	*F. 4* :	2,8 gr./cap.	(moyenne de 6 mesures)
—	*F. 2* :	0,7 gr./cap.	(moyenne de 7 mesures)
—	*F. 3* :	0,4 gr./cap.	(moyenne de 6 mesures)

Ces résultats montrent clairement que le caractère autocompatible ne correspond pas à un état homozygote pour un ou plusieurs gènes récessifs, tout au moins dans le cas de la plante *F*. D'autres expériences montrent qu'il n'est pas déterminé par un seul gène dominant.

a) *Croisement entre une plante autocompatible et une plante auto-incompatible :*

Dans la descendance du croisement entre la plante autocompatible *F* (7,6 graines par capitule) et la plante auto-incompatible *C* (0,2 graine par capitule), les 8 plantes F_1 analysées étaient auto-incompatibles (0 graine par capitule) (voir tableau 15).

Dans la descendance du croisement entre la plante auto-incompatible *B11* (1 graine par capitule) et la plante autocompatible « *Zw 5. fb* » (14,6 graines par capitule), la répartition des 24 descendants d'après leur degré d'autocompatibilité a été la suivante :

5 plantes : 0 graine par capitule
13 plantes : 0,1 à 3 graines par capitule
4 plantes : 3,1 à 6 graines par capitule
2 plantes : 11,2 graines par capitule

b) *Croisement entre 2 plantes auto-incompatibles :*

Nous avons étudié l'autocompatibilité des descendants entre les 2 plantes *G* et *E* de la variété « *St-Martin Normale demi-hâtive* » (voir tableau 16) de degrés respectifs 0,5 et 0,6 graine par capitule.

Parmi les 8 descendants analysés du croisement *G* × *E*, 2 plantes étaient auto-incompatibles comme les parents, 6 plantes étaient par contre autocompatibles, dont une plante *G E nº* 7 avec 19,4 graines par capitule.

Il résulte de ces expériences que le caractère autocompatible n'est pas déterminé par un gène à l'état dominant.

Quel peut être alors le déterminisme génétique du caractère autocompatible ? On peut envisager, entre autres, deux hypothèses :

a) Un déterminisme génétique plurifactoriel, le caractère autocompatible correspondant à la présence simultanée de plusieurs gènes.

b) Un déterminisme génétique monofactoriel, le caractère autocompatible correspondant à certaines combinaisons hétérozygotes entre allèles d'un même gène.

La réponse devra tenir compte de l'existence de niveaux variables d'autocompatibilité.

VII. — INTERCOMPATIBILITÉ

Ayant réalisé des croisements entre plantes afin de vérifier la valeur de notre méthode de travail dans l'étude des phénomènes d'autocompatibilité, nous avons été surpris de constater la fréquence élevée des croisements incompatibles. Il nous a donc paru nécessaire d'aborder l'étude du phénomène d'intercompatibilité. Il est en effet vraisemblable que ces deux phénomènes ne sont que deux aspects d'un même processus physiologique. D'autre part, un programme de sélection peut utiliser l'intercompatibilité, en particulier pour la réalisation de variétés hybrides.

I. — Intercompatibilité a l'intérieur de variétés commerciales

Expériences réalisées

En 1956, des croisements furent effectués dans tous les sens entre 8 plantes de la variété « *St-Martin Normale demi-hâtive* ». Ces 8 plantes ne constituaient pas un échantillon aléatoire de la variété : elles avaient été choisies pour la qualité de leur pomme après forçage. Les résultats figurent dans le tableau 10.

TABLEAU 10

Croisements entre 8 *plantes de la variété* « *St-Martin* » (1956)

M→ F ↓	A	C	G	B	D	E	H	F
A	1,2	8,8°	16,0	15,1	16,7	12,9	14,2	6,1
C	13,0	0,2	14,8°	8,2	20,0	12,8	10,0	16,4
G	11,5	10,6	0,5	8,3	11,2	14,0	14,6	6,5
B	15,8	14,3	14,5	0	0	0,2	0	0
D	10,1°	18,2	11,8°	0	0	0,6	1,2	4,6
E	11,4	15,8	10,4	0,2	0	0,6	2,8	0,8
H	14,5	15,3	13,5	0	0	3,6	0	1,2
F	?	?	?	?	?	?	?	7,6

Interprétation des tableaux

a) *Le signe ° signifie que le chiffre mentionné de graines par capitule est inférieur à la réalité, des graines mûres s'étant détachées avant la récolte.*

b) *Afin de faciliter la lecture, on a souligné les cases dans lesquelles sont reportés les chiffres correspondant aux croisements estimés compatibles.*

Précisons que les fleurs n'ont pas été castrées, étant donné le faible pourcentage de plantes autocompatibles.

Quand, à l'analyse des résultats, une plante est trouvée autocompatible, il est évident qu'il est alors impossible de prendre en considération les croisements où elle intervient comme femelle. Dans ce cas, le résultat de ces croisements est remplacé sur les tableaux par un point d'interrogation.

Une répétition de certains croisements a pu être réalisée en 1957 sur 5 des 8 plantes ayant survécu à l'hiver 1956-1957. Ils furent effectués dans de moins bonnes condi-

tions car les plantes étaient peu vigoureuses. Les résultats obtenus figurent dans le tableau 11.

TABLEAU 11

Croisements entre 5 plantes de la variété « St-Martin » (1957)

F ↓ / M →	A	C	G	E	H
C	10,0	0	16,2	7,8	9,0
G	5,5	12,2	0	12,0	12,2
E	12,7	14,9	14,4	0,9	0,3
H	5,6	15,2	8,3	0	0

En 1957, un nouvel échantillon de 12 plantes fut prélevé dans une autre variété, la variété « *Zwaan's Précoce de Malines* », également après tri au forçage. Un certain nombre de croisements, dans un seul sens cette fois-ci, ont été réalisés. Les résultats figurent dans le tableau 12.

TABLEAU 12

Croisements entre 12 plantes de la variété « Zwaan's Précoce de Malines » (1957)

Zw 13	*Zw 4*	*Zw 16*	*Zw 18*	*Zw 3*	*Zw 1*	*Zw 10*	*Zw 5*	*Zw 11*	*Zw 14*	*Zw 15*	*Zw 2*	← M ou F ↓
0,1					11,3		13,5		3,5			*Zw 13*
	3,3	11,0		2,0		6,5	12,0	15,0	15,0	14,7	12,8	*Zw 4*
		0		12,0	18,0			11,7	20,0	12,3		*Zw 16*
			0		9,4		13,4			13,7		*Zw 18*
				9,4	15,3	9,5	14,3	14,7		16,7	7,5	*Zw 3*
					0	0	15,6	11,6	16,0	17,6	18,3	*Zw 1*
						0	12,5				13,5	*Zw 10*
							0	0	0	0	0	*Zw 5*
								0	0,3	0		*Zw 11*
									0	0	0	*Zw 14*
										0		*Zw 15*
											0	*Zw 2*

Les croisements n'ayant été faits que dans un seul sens, les résultats ont été regroupés dans une seule moitié du damier.

Résultats

Les conclusions suivantes se dégagent après examen des résultats :

a) Les phénomènes d'intercompatibilité se présentent de manière beaucoup plus nette que les phénomènes d'autocompatibilité. Un résultat isolé est toujours difficilement interprétable, il prend une signification dès qu'il est placé dans un

ensemble ordonné. Ceci est confirmé par l'analogie entre les résultats obtenus en 1956 et en 1957 dans les croisements entre les plantes de la variété *St-Martin*.

b) Le sens dans lequel est effectué le croisement ne modifie pas la valeur du résultat. Contrairement aux observations de STOUT, des croisements réciproques entre plantes auto-incompatibles donnent des résultats équivalents. (Nous avons observé quelques rares exceptions, peut-être dues à des erreurs expérimentales.)

c) Dans la variété « *St-Martin* », les plantes *A*, *C*, *G*, sont intercompatibles, les plantes *B*, *D*. *E*, *H*, *F* sont inter-incompatibles. Les plantes *A*, *C*, *G* sont intercompatibles avec les plantes *B*, *D*, *E*, *H*, *F*, quel que soit le sens du croisement. Dans la variété « *Zwaan's Précoce de Malines* », entre les plantes *13*, *4*, *16*, *18*, *3*, *1*, *10*, 8 croisements sur 10 peuvent être classés comme compatibles. Entre les plantes *5*, *11*, *14*, *15*, *2*, les 8 croisements réalisés sont incompatibles. Dans les 23 croisements réalisés entre les plantes *13*, *4*, *16*, *18*, *1*, *10* d'une part et *5*, *11*, *14*, *15*, *2* d'autre part, on trouve 22 croisements compatibles et 1 croisement difficile à classer (*pl 14* × *pl 13* : 3,5 graines par capitule).

Il semble donc que l'on puisse diviser les plantes en deux groupes :

Groupe I: Une plante du groupe I peut être soit compatible, soit incompatible avec les autres plantes du groupe I.

Groupe II : Une plante du groupe II est incompatible avec toutes les autres plantes du groupe II.

Les plantes du groupe I sont compatibles avec celle du groupe II et réciproquement.

Le tableau 13 illustre le schéma des relations de compatibilité entre plantes d'une variété.

TABLEAU 13

Schéma des relations de compatibilité dans une variété

F ↓	M→	Groupe I				Groupe II			
		1	2	3	4	5	6	7	8
Groupe I	1	0	0/+	0/+	0/+	+	+	+	+
	2	0/+	0	0/+	0/+	+	+	+	+
	3	0/+	0/+	0	0/+	+	+	+	+
	4	?	?	?	+	?	?	?	?
Groupe II	5	+	+	+	+	0	0	0	0
	6	+	+	+	+	0	0	0	0
	7	+	+	+	+	0	0	0	0
	8	?	?	?	?	?	?	?	+

— Les plantes du groupe I sont toujours compatibles avec celles du groupe II (signe +).
— Les plantes du groupe II sont inter-incompatibles (signe o).
— Les plantes du groupe I peuvent être soit intercompatibles soit inter-incompatibles (signe o/+). Dans l'exemple des 8 plantes de la variété « *St-Martin normale demi-hâtive* », les 3 plantes du groupe I sont intercompatibles.
— Il existe des plantes autocompatibles parmi les plantes des deux groupes. On ne peut connaître les résultats des croisements dans lesquels ces plantes jouent le rôle de femelle puisque, dans nos expériences, les fleurs n'ont pas été castrées (signe ?).

On peut souligner la fréquence élevée des plantes du groupe II : 5 plantes sur 8 dans l'échantillon de la variété « *St-Martin Normale demi-hâtive* », 5 plantes sur 12 dans la variété « *Zwaan's Précoce de Malines* ».

On rencontre des plantes autocompatibles aussi bien dans le groupe I que dans le groupe II.

2. — Hérédité des caractères d'intercompatibilité

En 1958, une série de croisements a été réalisée, toujours avec la même méthode de pollinisation de 5 capitules et comptage des graines, entre plantes d'une même descendance ou entre plantes appartenant à diverses descendances.

Nous donnerons quelques exemples pour montrer la netteté des disjonctions qui prouvent qu'un déterminisme génétique simple est responsable des réactions d'intercompatibilité.

Intercompatibilité des descendants du croisement entre deux plantes auto-incompatibles du groupe I (voir tableau 14)

— Croisement entre les plantes *A* et *C* de la variété « *St-Martin Normale demi-hâtive* ».

— Croisement entre les plantes *Zw 16* et *Zw 1* de la variété « *Zwaan's Précoce de Malines* ».

TABLEAU 14

Intercompatibilité des descendants de croisements entre deux plantes auto-incompatibles du groupe I

1) Croisement A×C

2	13	14	19	5	
0	0	0	5,7	15,2	2
	0	0	0	5,6	13
		0	0	17,5	14
			0	9,2	19
				0	5

2) Croisement Zw 16 × Zw 1

13	14	16	17	18	19	15	20	
0	0,6	0	0	0	0	22,8	13,0	13
	0	0	0	4,6	0	18,0	17,7	14
		0	0	0	0	20,2	13,5	16
			0	0	0,5	10,7	13,8	17
				0	0	9,6	14,5	18
					0	13,6	21,3	19
						0,4	1,3	15
							0	20

Intercompatibilité des descendants entre une plante auto-incompatible du groupe I et une plante autocompatible du groupe II (voir tableau 15)

— Croisement entre les plantes *C* et *F* de la variété « *St-Martin Normale demi-hâtive* ». Ces plantes ont été également croisées avec trois plantes testeurs, la plante *Zw 4* qui appartient au groupe I, les plantes *Zw 3* et *B 11* qui appartiennent au groupe II (1).

TABLEAU 15

Intercompatibilité des descendants du croisement entre une plante auto-incompatible du groupe I et une plante autocompatible du groupe II

Croisement C × F

M→ / F↓	1	4	6	5	8	3	2	7	T II (*B II*)	T'II (*Zw* 3)	T I (*Zw* 4)
1	0	0	0	0	16,4	20,5	17,4	18,6	15,8	18,2	12,9
4	0	0	0	0	19,0	17,7	17,6	12,1	17,3	4,4	8,0
6	0	0	0	0	13,2	10,1°	12,3	8,2	15,4	9,0	13,6
5	0	0	0	0	17,0	14,7	16,6	17,4	5,0	12,6	15,5
8	20,2	8,2	1,4	19,3	0	0	0	0	2,9	3,2	14,0
3	20,2	20,5	11,0°	20,7	0,2	0	0	0	0	3,4	21,5
2	20,3	18,6	16,8°	19,0	8,0	4,1	0	0,2	0	2,0	21,5
7	17,5	20,8	19,2	13,0	0	0	0	0	0		

Intercompatibilité entre descendants du croisement entre une plante auto-incompatible du groupe I et une plante auto-incompatible du groupe II (voir tableau 16)

— Croisement entre les plantes *G* et *E* de la variété « *St-Martin Normale demi-hâtive* ».

— Croisement réciproque entre les plantes *E* et *G*. Des croisements ont été réalisés également avec les plantes testeurs *Zw 4* du groupe I et *B11* du groupe II, ainsi qu'avec certains descendants du croisement *G* × *E*.

— Croisement entre les plantes *Zw 1* et *Zw 15* de la variété « *Zwaan's Précoce de Malines* ».

VII. — DISCUSSION SUR LE DÉTERMINISME GÉNÉTIQUE DES CARACTÈRES DE COMPATIBILITÉ

Les résultats que nous avons exposés traduisent l'existence d'un déterminisme génétique précis des caractères d'intercompatibilité. L'étude des croisements entre individus frères-sœurs illustre la régularité du phénomène.

(1) Ces plantes *Zw3* et *Zw4* ont déjà été utilisées dans l'expérience de croisements entre clones (tableau 4). Elles sont différentes de celles mentionnées sous le même numéro dans le tableau 12.

TABLEAU 16

Intercompatibilité des descendants de croisements entre plantes auto-incompatibles du groupe I et plantes auto-incompatibles du groupe II

Croisement Zw 1 × Zw 15

M→ F↓	8	9	10	11	15	12	13	14
8	0,4	0,4	0,2	0,4	0	14,8	9,2	10,0
9		0	0	0	0	13,8	13,0	8,4
10			0,6		0,3	6,4	14,6	11,3
11				0	0	6,0	16,4	11,8
15					0,2			
12					14,3	0	0	4,8
13					7,4	0	0	1,4
14					11,4			0

Croisement G × E

M→ F↓	G. E 1	G. E 7	G. E 11	G. E 4	G. E 8	G. E 12	G. E 13	G. E 14
G. E 1 ..	6,0	?	?	?	?	?	?	?
G. E 7 ..	?	19,4	?	?	?	?	?	?
G. E 11	?	?	7,2	?	?	?	?	?
G. E 4 ..	19,2	19,0	19,0	0,5	?	?	5,5	3,9
G. E 8 .	?	?	?	?	+	?	?	?
G. E 12	?	?	?	?	?	7,6	?	?
G. E 13	11,4	15,3	15,8	0,4	?	?	0,2	?
G. E 14	?	?	?	?	?	?	?	5,0

Croisement E × G

M→ F↓	E. G 9	E. G 14	E. G 1	E. G 2	E. G 3	E. G 4	E. G 5	E. G 11	T 11 (B 11)	T I (Zw 4)	GE 1	GE 7	GE 8	GE 4
E. G 9 ...	1,2	1,3	4,0	12,2	16,0	17,8	18,0	13,0	16,7	5,2				
E. G 14 ..	1,9	0	0,2	18,6	18,8	15,3	5,0	14,2	17,8	0,0				
E. G 1 ...	?	?	7,8	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
E. G 2 ...	17,7	15,0	18,8	2,6	6,6	2,0	6,4	1,4	17,4	17,3	18,4	14,8	3,5	5,2
E. G 3 ...	12,8	18,4	23,6	0,8	4,3	3,7	2,0	1,0	16,1	14,0	17,5	18,4	4,2	0,6
E. G 4 ...	16,8	17,8	14,0	1,6	0,5	0	0,6	6,6	15,8	13,2	8,2	17,4	0	0
E. G 5 ...	13,4	15,7	13,4	1,6	0,2	0,2	0,6	0,5	14,0	12,6				
E. G 11 ..	13,1	17,4	13,6	1,9	3,0	7,6	1,2	2,0	17,4	9,2				

Est-il possible, d'après les résultats obtenus de proposer une théorie sur le déterminisme génétique de l'incompatibilité chez l'Endive ?

Les exemples décrits chez les végétaux présentant une incompatibilité du type homomorphe relèvent d'un unique modèle génétique : une série allélique multiple *s* déterminant la réaction du style et du pollen, un grain de pollen ne pouvant pas pénétrer, ou la croissance du tube pollinique ne pouvant pas s'effectuer, dans un style présentant la même réaction que lui. Si la réaction du style est contrôlée par les deux allèles de la série *s* présents dans ses tissus, la réaction du pollen peut être soit contrôlée par son propre génotype (détermination gamétophytique) soit par celui de la plante dont il est issu (détermination sporophytique).

Le déterminisme génétique de l'incompatibilité a été étudié dans trois genres de la famille des Composées, les genres *Cosmos* (CROWE, 1954) *Crepis* (HUGHES et BABCOCK, 1950) et *Parthemium* (GERSTEL, 1950). Dans ces trois cas, les auteurs ont mis en évidence une série allélique multiple avec détermination sporophytique de la réaction du style et du pollen, et relations de dominance dans le style et dans le pollen. Dans chacun des trois cas, l'explication de l'ensemble des résultats obtenus a nécessité l'intervention de différences dans les relations de dominance dans le style et dans le pollen.

Les résultats que nous avons exposés sur l'Endive ne nous permettent pas de proposer une théorie définitive du déterminisme génétique de l'incompatibilité. Dès maintenant on peut cependant proposer un schéma qui rend compte de l'ensemble des résultats exposés. La valeur de ce schéma devra être mise à l'épreuve par l'étude des générations ultérieures.

Dans l'établissement de ce schéma trois catégories de résultats doivent être prises en considération :

1) L'auto-incompatibilité de la majorité des individus.

2) La présence de deux groupes dans les relations d'intercompatibilité.

3) Les relations de compatibilité entre individus frère-sœurs.

En s'en tenant aux systèmes classiques de déterminisme génétique de l'incompatibilité, le système suivant paraît être le seul possible pour expliquer l'ensemble des résultats :

Les relations de compatibilité sont contrôlées par une série allélique multiple, avec détermination sporophytique de la réaction du style et du pollen, et relations de dominance à la fois dans le style et dans le pollen. La répartition des plantes d'une population en deux groupes implique la présence d'un allèle ayant une fréquence élevée et se situant à un des extrêmes de la série de dominance.

Deux systèmes peuvent être envisagés :

a) Système A — les plantes du groupe II seraient homozygotes *ss* pour l'allèle multirécessif de la série. Les plantes du groupe I seraient S_xS_y ou S_xs.

b) Système B — les plantes du groupe II seraient hétérozygotes pour l'allèle multidominant de la série, soit Ss_x. Les plantes du groupe I seraient s_xs_y.

Les résultats des croisements entre des plantes du groupe I et des plantes du groupe II permettent d'éliminer l'hypothèse du système B. Prenons comme exemple le croisement entre la plante *E* du groupe II et la plante *G* du groupe I (tableau 16).

Dans le système A on a :

$$E = ss \qquad G = S_xS_y \text{ ou } S_xs$$

Les descendants $E \times G$ sont soit tous du groupe I si G est S_xS_y, soit pour moitié du groupe I et pour moitié du groupe II si G est S_xs.

Dans le système B on a :

$$E = Ssz \qquad G = s_xs_y$$

Les descendants $E \times G$ sont pour moitié du groupe I et pour moitié du groupe II.

Or, les résultats du croisement E × G montrent que les 8 descendants sont du groupe I puisqu'ils sont compatibles avec la plante testeur *B 11* du groupe II. Cette expérience a été refaite avec 10 autres descendants du croisement E × G, ainsi qu'avec 10 descendants du croisement analogue $E \times A$. Tous les descendants ont été compatibles avec cette plante testeur *B 11* du groupe II. L'hypothèse du système B est donc à rejeter.

Le schéma des relations de compatibilité chez l'Endive se présente donc ainsi :

		Groupe I		Groupe II
		$S_x\ S_y$	S_xs	ss
Groupe I	$S_x\ S_y$	0/+	0/+	+
	S_xs	0/+	0/+	+
Groupe II	ss	+	+	0

A titre d'exemple, les génotypes que l'on peut attribuer aux 8 plantes de la variété « *St-Martin normale demi-hâtive* », ainsi qu'à certains descendants de croisements entre ces plantes sont mentionnés dans le tableau 17.

Comme nous l'avons déjà dit, ce schéma ne constitue qu'une hypothèse de travail qui rend compte de l'ensemble des résultats obtenus au cours des trois premières années d'études.

Certaines expériences réalisées depuis semblent indiquer qu'il existe des relations de dominance entre allèles S_x et que le groupe II pourrait être moins homogène qu'il ne le paraît sur ce schéma. Nous n'aborderons pas ici l'étude de la stabilité de ce système d'incompatibilité dont l'originalité réside dans la fréquence élevée, dans les variétés commerciales, d'un allèle possédant une situation privilégiée dans l'échelle de dominance. BATEMAN (1954) a considéré qu'un tel système n'a pas de valeur sélective.

Pour l'instant, il est encore plus difficile de proposer une hypothèse sur le déterminisme génétique de l'autocompatibilité, en l'intégrant dans le schéma général. Ce dernier ne rend compte que de l'auto-incompatibilité des plantes. Chez d'autres espèces, on a quelquefois éprouvé de semblables difficultés : ainsi chez *Iberis amara*, dont le système d'intercompatibilité s'explique par un contrôle sporophytique du pollen et du style, l'autocompatibilité est attribuée dans certains cas à un gène récessif indépendant du locus S, dans d'autres cas à un allèle S_f tantôt récessif, tantôt dominant sur les autres allèles (BATEMAN, 1955).

TABLEAU 17

Hypothèse sur le déterminisme génétique des relations de compatibilité

	$S_2 S_3$ A	$S_1 s$ C	$S_4 S_5$ G	ss B	ss D	ss E	ss H	ss F
A $S_2 S_3$.	0	+	+	+	+	+	+	+
C $S_1 s$..	+	0	+	+	+	+	+	+
G $S_4 S_5$.	+	+	0	+	+	+	+	+
B ss	+	+	+	0	0	0	0	0
D ss	+	+	+	0	0	0	0	0
E ss	+	+	+	0	0	0	0	0
H ss......	+	+	+	0	0	0	0	0
F ss	?	?	?	?	?	?	?	+

Compatibilité entre 8 plantes de la variété *St-Martin*.

	$S_1 s$ CF_1	$S_1 s$ CF_4	$S_1 s$ CF_5	$S_1 s$ CF_6	ss CF_8	ss CF_3	ss CF_2	ss CF_7	ss B_{11}
CF_1 $S_1 s$......	0	0	0	0	+	+	+	+	+
CF_4 $S_1 s$......	0	0	0	0	+	+	+	+	+
CF_6 $S_1 s$......	0	0	0	0	+	+	+	+	+
CF_5 $S_1 s$......	0	0	0	0	+	+	+	+	+
CF_8 ss	+	+	+	+	0	0	0	0	0
CF_3 ss	+	+	+	+	0	0	0	0	0
CF_2 ss	+	+	+	+	0	0	0	0	0
CF_7 ss	+	+	+	+	0	0	0	0	0

Compatibilité entre 8 descendants du croisement $C \times F$.

	$S_4 s$ EG_9	$S_4 s$ EG_{14}	$S_4 s$ EG_1	$S_5 s$ EG_2	$S_5 s$ EG_3	$S_5 s$ EG_4	$S_5 s$ EG_5	$S_5 s$ EG_{11}	ss B_{11}
EG_9 $S_4 s$	0	0	0	+	+	+	+	+	+
EG_{14} $S_4 s$	0	0	0	+	+	+	+	+	+
EG_1 $S_4 s$	?	?	+	?	?	?	?	?	?
EG_2 $S_5 s$	+	+	+	0	0	0	0	0	+
EG_3 $S_5 s$	+	+	+	0	0	0	0	0	+
EG_4 $S_5 s$	+	+	+	0	0	0	0	0	+
EG_5 $S_5 s$	+	+	+	0	0	0	0	0	+
EG_{11} $S_5 s$	+	+	+	0	0	0	0	0	+

Compatibilité entre 8 descendants du croisement $E \times G$.

Nous pouvons remarquer qu'une plante autocompatible garde ses relations d'intercompatibilité quand elle est utilisée comme parent mâle. Il en est ainsi de la plante F (tableau 10) et de la plante $E\ G_1$ (tableau 16). Chez une plante autocompatible il semble que la réaction d'incompatibilité soit supprimée dans le style mais conservée dans le pollen.

IX. — CONCLUSION

Les résultats présentés ici sont insuffisants pour l'échafaudage d'une théorie définitive sur le déterminisme génétique de l'incompatibilité chez l'Endive. Certains faits semblent cependant établis :

Les phénomènes d'incompatibilité chez l'Endive sont déterminés par un mécanisme génétique analogue à celui déjà décrit chez d'autres Composées : il y aurait

une série allélique multiple d'un gène de stérilité, avec détermination sporophytique de la réaction du style et du pollen et existence de relations de dominance entre allèles dans le style et dans le pollen.

Il existe des plantes autocompatibles et on peut sélectionner des lignées à haut niveau d'autofertilité.

Contrairement aux conclusions de STOUT, les résultats obtenus peuvent être interprétés suivant un mécanisme mendélien.

Dans les descendances par autofécondation de plantes appartenant à diverses variétés commerciales, nous avons observé des disjonctions pour divers caractères, ce qui exclut l'hypothèse d'apogamie formulée par PLUMIER.

Du point de vue pratique de la sélection de variétés d'Endive, certaines conclusions se dessinent. Au cours des expériences sur l'autofertilité et au cours des travaux de sélection, nous avons été amenés à comparer des variétés et des lignées obtenues après 1, 2 ou 3 autofécondations successives. Nous avons observé la végétation de ces lignées ainsi que la valeur de leur récolte après forçage. Certaines lignées ne présentent pas de baisse de vigueur appréciable. Lorsqu'elle existe, cette baisse de vigueur se manifeste dès la première génération et ne semble pas s'accentuer au cours des générations ultérieures. En conséquence, la culture de lignées homozygotes d'Endive peut être envisagée (1).

Reçu pour publication en mai 1962

SUMMARY

STUDY OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF BRUSSELS CHICORY

Most plants belonging to the commercial endive varieties (*Cichorium intybus* L.) produce no or few seeds through self-fertilization.

The anatomy of the flower is not well adapted to fertilization without the aid of insects. However the main barrier is a characteristic of self-incompatibility. The barrier acts on the germination of pollen on the stigmas. This phenomenon was utilized in one of the methods devised for the study of self and inter-compatibility. The other method was based on the count of seeds produced by the controlled pollination of 5 capitula.

Within one capitulum, the fertilization of a few flowers may induce the parthenocarpic development of the other seeds.

Apparently, any degree of self-compatibility can be found in the plants belonging to the commercial varieties. A given plant reacts consistently along the life-cycle.

Selection produced strains with a high level of self-compatibility. It was not possible to devise a theory of the genetic determination of this characteristic.

The inter-compatibiliy relationships appear to be dependent upon a similar mechanism to that which was formerly described in other Compositae. There would be a series of multiple alleles and a sporophytic determination of the reaction of the style and pollen. There would be a dominance relationship between the alleles in the style and in pollen. A new characteristic appears to be the existence of an allele with a privileged position in dominance relationships.

ZUSAMMENFASSUNG

ÜBER DAS BEFRUCHTUNGSVERHÄLTNIS DER WINTERENDIVIE

Unter den Handelssorten von *Cichorium intybus* L. geben die meisten Pflanzen keine oder nur wenige Samen durch Selbstbefruchtung.

Die Anatomie der Blüte ist für eine Bestäubung ausserhalb der Insektenwelt nicht sehr geeignet, besonders durch das Bestehen einer Sperre der Selbstungsverträglichkeit, die sich in der Keimung des

(1) Depuis 1960, H. BANNEROT a pris en charge les travaux de sélection de l'Endive réalisés à la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles.

Blütenstaubs auf der Narbe befindet. Diese Erscheinung wurde in einer der Methoden zum Studium der Selbst und Zwischenverträglichkeit ausgewertet.

Die zweite Methode bezieht sich auf die Auszählung der Samen nach kontrollierter Bestäubung von fünf Blütenköpfchen.

Innerhalb eines Köpfchen vermag die Befruchtung die parthenokarpische Entwicklung anderer Früchte zu induzieren.

Es scheint also, ob man bei den Pflanzen der Handelssorten alle Stufen der Selbstverträglichkeit begegnet. Die Reaktion einer Pflanze bleibt während der ganzen Waschstums periode konstant.

Durch Auslese war es möglich, einen hohen Stand an Selbstverträglichkeit zu erzielen. Es war nicht möglich, eine Hypothese über den genetischen Determinus dieser Eigenschaft vorzuschlagen.

Die Beziehungen der Zwischenverträglickheit hängt scheinbar von einem System ab, gleich jenem, das für andere Korbblütler beschrieben wurde. Es gäbe demnach eine allelische vielfältige Serie mit sporophytischer Bestimmung der Reaktion des Griffels und des Pollens und das Vorhandensein von Dominanzrelationen zwischen den Allelen im Griffel und im Pollen. Ein Originalcharakter scheint im Vorhandensein eines Allels, das eine bevorzugte Stellung in den Dominanzrelationen einnimmt, zu liegen.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bateman A. J., 1954. The diversity of incompatibility systems in flowering plants. *VIIIe Cong. Internation. Bot.*, 138-145.

Bateman A. J., 1955. Self-incompatibility in Angiosperms - II. *Iberis amara*. *Heredity*, **8**, 305-332.

Crowe L. K., 1954. The genetics and physiology of incompatibility in *Cosmos bipinnatus*. *Heredity*, **8**, 1-11.

Gerstel D., U., 1950. Self-incompatibility in Guayule - II. Inheritance. *Genetics*, **35**, 482-506.

Hughes M. B., Babcock E. B. 1950., Self-incompatibility in *Crepis foetida* (L.). *Genetics*, **35**, 570-588.

Pécaut P., 1958. Note sur la biologie florale de l'Endive (*Cichorium intybus*) ; autocompatibilité et inter-incompatibilité. *Proc. XVe Internation. Hort. Cong.*, 376-380.

Plumier W., 1960. Biologie florale et fécondation. *Ann. Gembloux*, 151-156.

Sneep J., 1953. Instituut voor de veredeling van tuinbouwgewassen. *Mededeling*, **54**.

Stout A. B., 1916. Self and cross pollinisation in *Cichorium intybus* with reference to sterility. *Mem. New York Bot. Garden*, **6**.

Stout A. B., 1918. Fertility in *Cichorium intybus* : self-compatibility and self-incompatibility among the offspring of self-sterile lines of descent. *J. Genet.*, **7**, 71-103.

Stout A. B., 1938. The genetics of incompatibility in homomorphic flowering plants. *Bot. Rev.* **4**, 275-369.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (4), 297-310

QUELQUES DONNÉES EXPÉRIMENTALES SUR L'INDUCTION DE LA SEXUALITÉ CHEZ LE RICIN

G. PIQUEMAL

Station d'Amélioration des Plantes,
Centre de Recherches agronomiques d'Algérie, Maison carrée

SOMMAIRE

Depuis un peu plus de dix ans, l'intensification des travaux de sélection du Ricin (*Ricinus communis L.*), par la pratique notamment d'autofécondations répétées, a fait apparaître de nombreuses formes nouvelles jusqu'alors non signalées.

C'est ainsi que, chez cette espèce normalement monoïque, ont pu être créées des lignées très diverses par leurs caractères sexuels : absence plus ou moins totale de fleurs mâles, position de ces fleurs sur les grappes, etc.

Mais l'analyse génétique de ces caractères s'avère difficile, car, d'une part, ceux-ci dépendent souvent de polygènes à effets mineurs additifs et, d'autre part, le milieu intervient considérablement dans leur extériorisation.

Il paraissait donc intéressant d'essayer de se libérer de l'influence du milieu par des traitements appropriés susceptibles d'aider les facteurs héréditaires à se manifester. De plus, d'après leurs réactions aux traitements reconnus efficaces, il semble que l'on serait en mesure de distinguer et de classer des gènes apparemment semblables par leurs effets.

Dès 1960, il était clair qu'à ce sujet les phytohormones étaient parmi les agents les plus actifs.

Les résultats de cette première année de travail et ceux enregistrés durant l'été 1961 sont rapportés ci-après.

INTRODUCTION

En vue de perturber la croissance et le développement normal du Ricin pour en modifier la sexualité, quelques essais décevants avaient été entrepris en 1959.

Il s'agissait d'un essai de fumure volontairement déséquilibrée, d'un essai de réduction de la durée d'éclairement et d'un essai de printanisation.

La printanisation par le froid, d'après les données de J. SECHET (1953), a été tentée à deux reprises et je n'ai pu enregistrer que des échecs à la levée ou une croissance très ralentie des rares pieds survivants.

C'est alors qu'en 1960 je me suis orienté vers l'expérimentation d'hormones de croissance dont plusieurs auteurs avaient déjà remarqué l'influence sur l'expression du sexe des fleurs.

Les dernières publications en date sur ce sujet concernent l'action de la gibbérelline sur les modifications de la sexualité du Concombre (J. P. NITSCH et *al.*, 1952 ; E. GALUN, 1958 ; C. E. PETERSON, 1960) ou celle du Chanvre (R. HERICH, 1960) et, tout récemment, celle du Ricin (OV. SHIFRISS, 1961).

Ce dernier auteur a pu constater, également l'influence féminisante de la gibbérelline mais ses travaux se distinguent des miens par quelques points qu'il convient de passer en revue.

Le matériel végétal utilisé par OV. SHIFRISS consistait en une variété précoce monoïque (*Gamadon*) présentant, chez les pieds témoins, environ 30 p. 100 de fleurs femelles sur la première grappe, puis sur les grappes secondaires successives, 15 à 26 p. 100, 12 à 18 p. 100 et 15 à 30 p. 100.

Ces proportions de fleurs femelles ont été à peu près triplées à la suite de pulvérisations de solutions d'un sel de potassium de gibbérelline A_3 à des concentrations variant entre 125 p. p. m. et 1 500 p. p. m.

Dans tous les cas, les pieds de ricin ont été aspergés à trois reprises aux stades, 2 feuilles, 3 feuilles et 4 feuilles.

Mes essais, on va le voir, diffèrent sur tous ces points de ceux de cet auteur et fournissent donc quelques données complémentaires.

Ainsi que je l'ai indiqué plus haut, la plupart de mes expériences dérivent de celles qui ont été réalisées en 1960 et celles-ci seront exposées avec le plus de détails.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Essai n° 1

INFLUENCE DE LA GIBBÉRELLINE SUR UNE LIGNÉE FÉMININE DE RICIN « M 6 » (1960)

Le matériel utilisé était une lignée dérivée d'une variété italienne précoce et monoïque, « M 6 ».
Cette lignée possède une féminité partielle récessive et sensible au milieu, donnant en été des populations comprenant environ 20 p. 100 de pieds entièrement pistillés, 65 p. 100 d'individus portant 1 à 5 fleurs mâles vers la base de la première inflorescence et 15 p. 100 en ayant de 6 à 30.

Le dispositif expérimental adopté pour tous mes essais a consisté en une distribution des pieds traités au hasard, sans répartition en blocs et parcelles.

Le semis effectué le 5 mai a produit 367 pieds bien venus et homologues, parmi lesquels 107 pieds ont été retenus comme témoins, tandis que les autres ont reçu l'un des traitement suivants :

A = 2 pulvérisations d'une solution aqueuse de gibberelline (1) à la concentration de 50 p. p. m., les 24 et 31 mai, les plants étant à un stade postcotylédonnaire.

B = 3 pulvérisations de la même solution, les 24 et 31 mai et le 7 juin.

Dès les premiers jours qui ont suivi les pulvérisations, les pieds traités se remarquaient par la longueur de leurs entre-nœuds, puis par leurs feuilles plus petites ; mais aucun retard à la floraison n'a été constaté.

Le fait le plus frappant était une féminité nettement accentuée chez les pieds

(1) Gibbérelline de la Société « Rhône-Poulenc ».

traités ainsi qu'il ressort du tableau suivant, où sont indiquées les fréquences d'individus plus ou moins dépourvus de fleurs mâles *sur leur première inflorescence* (tableau 1)

TABLEAU 1

Traitements	Fréquences des pieds ayant		
	0 fleurs mâles (%)	1 à 5 (%)	6 à 30 (%)
T	21,5	61,7	16,8
A	68,5	27,5	4,0
B	60,3	31,3	8,4

La date d'éclosion de la première fleur a été notée pour chaque pied et, à ce sujet, il n'y avait pas de différences sensibles selon les traitements.

Mais ces données ont été utilisées pour préciser la période sensible d'induction alors que les pieds traités n'étaient pas tous parvenus aux mêmes stades au moment des traitements, et alors que ces stades n'avaient pas été observés avec précision.

La période sensible a pu être définie à partir de la date d'éclosion de la première fleur, date d'après laquelle on avait réparti les pieds en 5 classes de précocité.

Dans chacune de ces classes, les proportions de pieds dont la première grappe était entièrement femelle ont été les suivantes : (tableau 2).

TABLEAU 2

Traitements	Épanouisement de la première fleur en juin				
	du 10 au 12/6 (%)	13 et 14 (%)	15 et 16 (%)	17 et 18 (%)	19 et 20 (%)
T	35,5	24,1	8,3	20,0	14,2
A	42,3	69,3	84,3	90,9	40,0
B	44,1	58,8	72,4	71,4	70,0
A et B	43,3	64,0	78,7	83,3	55,0

Ces résultats sont illustrés par les courbes de la figure 1 qui montrent clairement que les pieds fleuris du 10 au 12 juin n'ont pas été induits par la gibbérelline. Il semble que, pour ces pieds, la première aspersion était déjà trop tardive, et que, par contre, pour les pieds moins avancés en végétation, c'était ce premier traitement qui avait dû agir.

D'autre part, comme les résultats obtenus pour les traitements A et B ne différaient pas sensiblement, on pouvait en déduire que la troisième application du traitement B (le 7 juin), n'avait en rien modifié la sexualité de la première grappe.

A la suite de cet essai préliminaire, on était donc enclin à penser qu'une seule pulvérisation de gibbérelline à une concentration voisine de 50 p. p. m., aurait son maximum d'efficacité si elle avait lieu 20 jours avant l'éclosion de la première fleur, soit entre 5 et 10 jours après la levée pour la variété et pour l'époque des semis expérimentés.

Essai nº 2

Action de la gibbérelline et du 2-4 D sur la même lignée féminine du Ricin « M 6 » (1960)

La même année un deuxième essai était aussitôt mis en place (semis le 20 juillet, levée complète le 28 juillet), selon le même dispositif.

Les traitements étudiés ont été les suivants :

1º *Une* pulvérisation le 2 août (5 jours après la levée) de solutions d'eau distillée additionnée de gibberelline aux concentrations de 150 p. p. m. (γ 1), 300 p. p. m. (*g*1), 600 p. p. m. (G_1), ou de 2-4 D [1] à 1,2 p. p. m. (δ 1), 2,4 p. p. m. (d_1) ou 4,8 p. p. m. (D_1).

2º *Une* pulvérisation, le 8 août, des mêmes solutions : $\gamma 2$, $g2$, G_2, $\delta 2$, d_2, ou D_2.

Comme les disponibilités en graines étaient très limitées, il n'était pas prévu de pieds témoins, mais seulement aux deux extrémités de la parcelle expérimentale, quelques pieds non traités ont été conservés qui ont accusé 26,9 p. 100 de femelles. Quant aux pieds traités, il en était prévu une centaine par traitement.

Au moment des pulvérisations, on a observé pour chaque individu, son stade végétatif qui a été noté comme indiqué à la figure 2.

Influence de la gibbérelline. — Les trois concentrations expérimentées se sont montrées extrêmement toxiques, surtout pour les plants les plus jeunes au moment des traitements (stades *c* et pf). Leurs tiges étaient très fines et fragiles, souvent brisées par le vent. Leurs feuilles étaient minuscules mais bien conformées. Enfin les fleurs ont beaucoup tardé à s'ouvrir.

Certains pieds ont pu nouer quelques fruits remarquables par leurs échinulations courtes rappelant celles du Ricin « *Zanzibar* ».

Pour ce qui est de la sexualité, le résultat a été le même pour les trois concentrations : il y avait 100 p. 100 de pieds entièrement pistillés chaque fois que l'aspersion de gibbérelline avait eu lieu avant le stade f_1.

Réalisés à ce stade f_1, les traitements ont produit 68 p. 100 de pieds femelles, et cette proportion s'est abaissée à 27,5 p. 100, comme chez les pieds non traités, quand la gibbérelline a été fournie au stade F_1 (fig. 3).

Influence du 2-4 D. — Aucune des trois concentrations essayées n'a semblé être toxique ; tous les pieds traités étaient vigoureux, à feuilles larges et se développaient à un rythme normal.

Si l'on fait abstraction des concentrations utilisées pour ne considérer que l'âge des pieds traités, il semble (fig. 3) que le 2-4 D ait eu un certain effet masculinisant, surtout pour les pieds ayant atteint les stades Pf ou f_1 lors du traitement.

Les graphiques de la figure 4 tiennent compte à la fois des doses de 2-4 D et des stades des pieds au moment d'application.

Chaque point de ces graphiques représente la moyenne de moins de 20 pieds, et certains des écarts peuvent n'être que fortuits. Cependant, il n'est pas douteux que la dose de 2-4 D la plus faible (1,2 p. p. m.) a été la plus active dans tous les cas.

Ainsi les essais de l'été 1960, malgré leur simplicité, ont apporté quelques données assez nettes à partir desquelles vont être organisés les travaux de l'été 1961.

Le dispositif expérimental ne sera pas modifié et le nombre des pieds par traitement ne sera pas accru ; mais on prendra soin de réaliser des semis très denses, de façon à ne retenir, après la levée, que des pieds bien venus, sortis de terre le même jour et parvenant ensemble aux divers stades végétatifs.

(1) Le produit utilisé était un ester lourd titrant 480 g d'acide 2-4 D par litre. On a estimé à environ 0,1 cc le volume de solution retenue par les feuilles d'un pied de ricin.

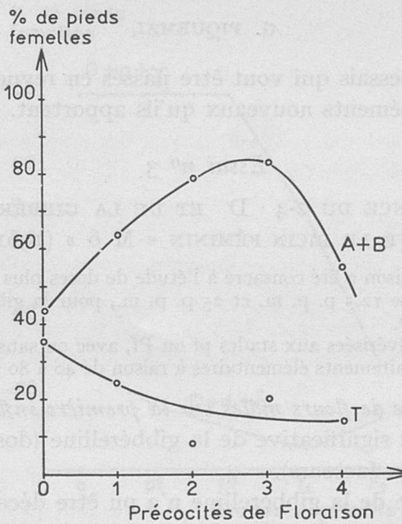


FIG. 1. — *Variation du degré de féminité en fonction de la précocité des floraisons exprimées en 5 classes de 2 jours*

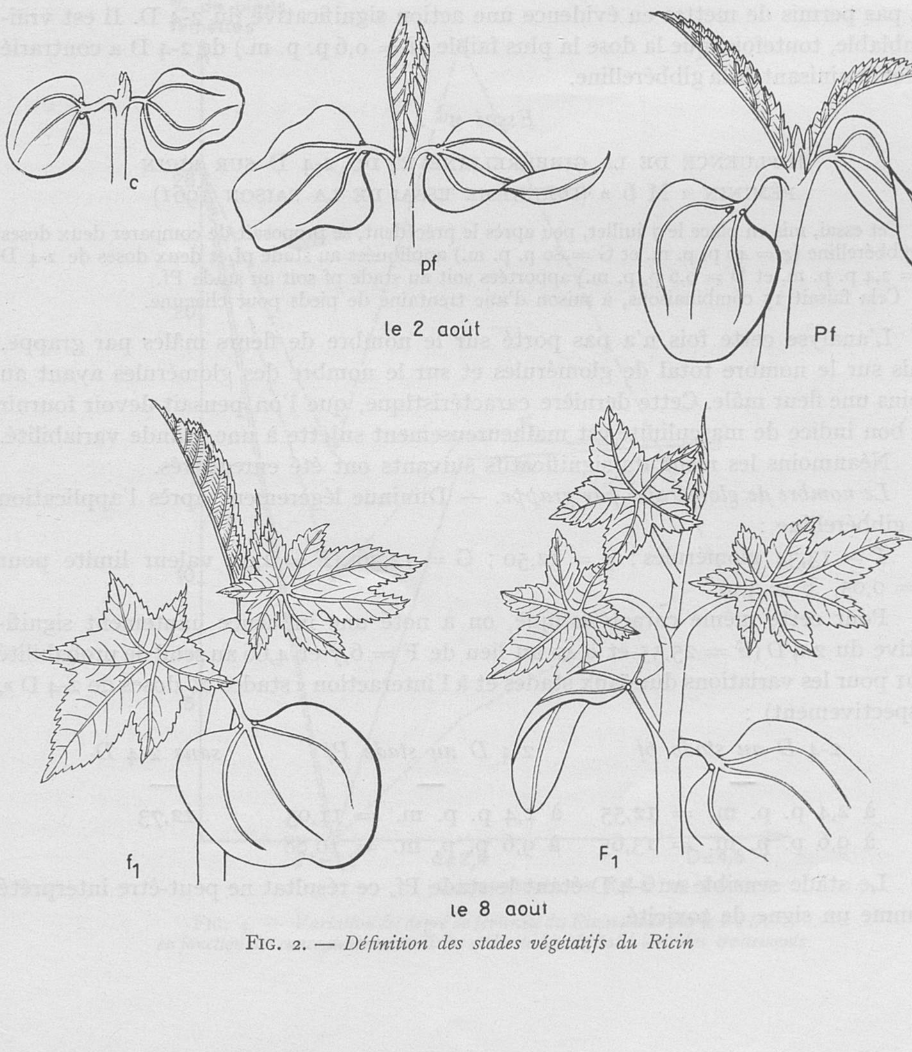


FIG. 2. — *Définition des stades végétatifs du Ricin*

Dans la série des 5 essais qui vont être passés en revue, deux seulement seront détaillés en raison des éléments nouveaux qu'ils apportent.

Essai n° 3

INFLUENCE DU 2-4 D ET DE LA GIBBÉRELLINE SUR LE RICIN FÉMININ « M 6 » (1961)

Ce premier essai de la saison a été consacré à l'étude de doses plus faibles que celles de l'année antérieure : concentrations de 12,5 p. p. m. et 25 p. p. m., pour la gibbérelline et de 0,6 p. p. m. et 1,2 p. p. m. pour le 2-4 D.

Ces solutions ont été pulvérisées aux stades pf ou Pf, avec ou sans combinaison des deux produits. Cela représentait 24 traitements élémentaires à raison de 40 à 80 pieds par traitement.

L'analyse du *nombre de fleurs mâles sur la première inflorescence* a fait ressortir une influence hautement significative de la gibbérelline (doses, stades d'application et interaction de ces deux facteurs).

L'action féminisante de la gibbérelline n'a pu être décelée que pour la concentration de 25 p. p. m. et pour l'application au stade le plus précoce (pf).

Le coefficient de variation très élevé du nombre des fleurs mâles par grappe n'a pas permis de mettre en évidence une action significative du 2-4 D. Il est vraisemblable, toutefois, que la dose la plus faible (d = 0,6 p. p. m.) de 2-4 D a contrarié l'effet féminisant de la gibbérelline.

Essai n° 4

INFLUENCE DE LA GIBBÉRELLINE ET DU 2-4 D SUR RICIN FÉMININ « M 6 » (DEUXIÈME ESSAI DE LA SAISON 1961)

Cet essai, mis en place le 7 juillet, peu après le précédent, se proposait de comparer deux doses de gibbérelline (g = 40 p. p. m. et G = 80 p. p. m.) appliquées au stade pf et deux doses de 2-4 D (d = 2,4 p. p. m. et D = 9,6 p. p. m.) apportées soit au stade pf soit au stade Pf.

Cela faisait 15 combinaisons, à raison d'une trentaine de pieds pour chacune.

L'analyse cette fois n'a pas porté sur le nombre de fleurs mâles par grappe, mais sur le nombre total de glomérules et sur le nombre des glomérules ayant au moins une fleur mâle. Cette dernière caractéristique, que l'on pensait devoir fournir un bon indice de masculinité est malheureusement sujette à une grande variabilité.

Néanmoins les résultats significatifs suivants ont été enregistrés.

Le nombre de glomérules par grappe. — Diminue légèrement après l'application de gibbérelline :

T = 13,34 glomérules ; g = 12,50 ; G = 12,36 (F = 2,9 ; valeur limite pour p = 0,05, F = 3,0).

Pour cette même caractéristique, on a noté une influence hautement significative du 2-4 D (F = 25,55 et 9,40 au lieu de F = 6,7 et 4,66 au seuil de probabilité 0,01 pour les variations dues aux stades et à l'interaction « stades × doses de 2-4 D », respectivement) :

2-4 *D au stade pf*	2-4 *D au stade Pf*	*sans* 2-4 *D*
à 2,4 p. p. m. = 12,55	à 2,4 p. p. m. = 11,93	12,73
à 9,6 p. p. m. = 13,65	à 9,6 p. p. m. = 10,88	

Le stade sensible au 2-4 D étant le stade Pf, ce résultat ne peut-être interprété comme un signe de toxicité.

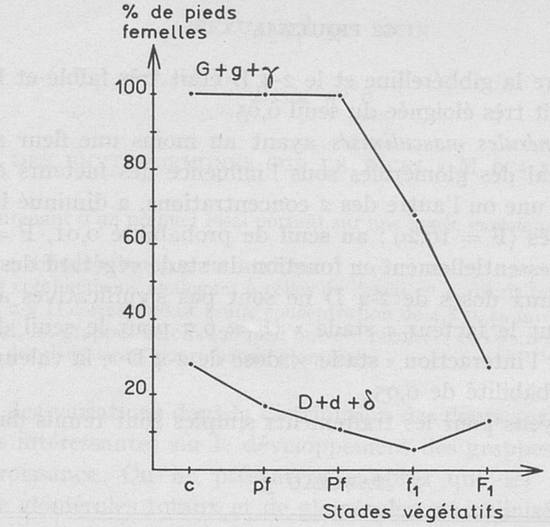


FIG. 3. — *Variation du degré de féminité du Ricin traité par la gibbérelline ou le 2-4 D, en fonction du stade végétatif lors des traitements*

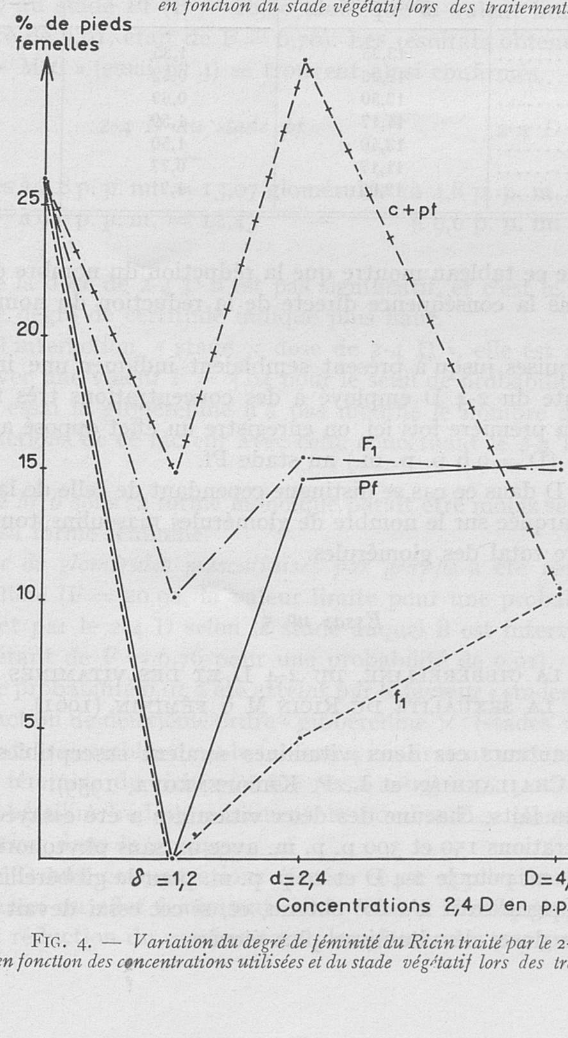


FIG. 4. — *Variation du degré de féminité du Ricin traité par le 2-4 D, en fonction des concentrations utilisées et du stade végétatif lors des traitements*

L'interaction entre la gibbérelline et le 2-4 D était très faible et la probabilité de sa signification était très éloignée du seuil 0,05.

Le nombre de glomérules masculinisés ayant au moins une fleur mâle, a varié comme le nombre total des glomérules sous l'influence des facteurs étudiés. Ainsi la gibbérelline, pour l'une ou l'autre des 2 concentrations, a diminué le nombre des glomérules masculinisés (F = 16,29 ; au seuil de probabilité 0,01, F = 4,66).

— le 2-4 D a agi essentiellement en fonction du stade végétatif des pieds traités. Les différences dues aux doses de 2-4 D ne sont pas significatives alors que l'on trouve F = 13,93 pour le facteur « stade » (F = 6,7 pour le seuil de probabilité 0,01) tandis que, pour l'interaction « stade × dose de 2-4 D », la valeur de F = 3,18 correspond à une probabilité de 0,05.

Les résultats moyens pour les traitements simples sont réunis dans le tableau suivant (tableau 3).

TABLEAU 3

Traitements	Nombre total de glomérules	Nombre de glom. masc.	Glom. masc. % glom. totaux
T	13,35	1,35	10,08
G	12,36	0,52	4,17
g	12,50	0,69	5,54
D stade pf	14,17	1,59	11,19
d — —	13,40	1,50	11,19
D — Pf	11,17	0,77	6,86
d — —	12,00	1,21	10,05

La 4e colonne de ce tableau montre que la réduction du nombre de glomérules masculinisés n'est pas la conséquence directe de la réduction du nombre total des glomérules.

Les données acquises jusqu'à présent semblaient indiquer une influence légèrement masculinisante du 2-4 D employé à des concentrations très faibles (0,6 à 1,2 p. p. m.). Pour la première fois ici, on enregistre un effet opposé avec une solution plus concentrée (D = 9,6 p. p. m.) au stade Pf.

L'action du 2-4 D dans ce cas se distingue cependant de celle de la gibbérelline, car elle est moins marquée sur le nombre de glomérules masculins, tout en réduisant davantage le nombre total des glomérules.

*Essai n*o 5

Influence de la gibbérelline, du 2-4 D et des vitamines B_1 et C, sur la sexualité du Ricin M 6 féminin (1961)

Selon certains auteurs ces deux vitamines seraient susceptibles d'activer la gibbérelline (M. K. Chajlakhian et L. P. Khlopenkova, 1959).

Pour vérifier ces faits, chacune des deux vitamines a été essayée en solutions aqueuses de concentrations 150 et 300 p. p. m. avec ou sans phytohormones à doses très faibles (2,4 p. p. m. pour le 2-4 D et 20 p. p. m. pour la gibbérelline).

Aucun résultat significatif n'a été obtenu, et, si cet essai devait être repris, il faudrait prévoir des doses de vitamines plus élevées.

Essai n° 6

ACTION DES PHYTOHORMONES SUR LE RICIN « M 6 » MONOIQUE (1961)

Il s'agit maintenant d'un premier essai portant sur une lignée *monoïque* de la variété *M 6*, semée le 10 juillet.

Dispositif et méthode n'ont pas été modifiés.

Il y avait 15 combinaisons analogues à celles de l'essai n° 4, décrit précédemment ; mais cette fois, la dose *d* de 2-4 D correspondait à une concentration de 4,8 p. p. m.

Pour cet essai, les grappes de chaque pied ont été récoltées et l'on a compté au laboratoire le nombre de fleurs des deux sexes pour chaque glomérule.

L'analyse des variations dans la distribution des fleurs sur les grappes a permis des déductions intéressantes sur le développement des grappes en relation avec les facteurs de croissance. On ne présentera ci-après que les résultats concernant les nombres de glomérules totaux et de glomérules masculinisés.

Le nombre total de glomérules par grappe a été nettement diminué par l'apport de 2-4 D au stade Pf (F = 16,60 alors que la valeur limite correspondant à une probabilité de 0,01, était de F = 6,76). Les résultats obtenus sur la lignée féminine de ricin « M 6 » (essai n° 4) se trouvent ainsi confirmés.

sans 2-4 D	*2-4 D au stade pf*	*2-4 D au stade Pf*
—	—	—
12,3 glomérules	à 4,8 p. p. m. = 13,07 glomérules	à 4,8 p. p. m. = 10,59 glomérules
	à 9,6 p. p. m. = 12,43 —	à 9,6 p. p. m. = 10,57 —

L'effet de la dose de 2-4 D n'est pas significatif, et c'est le facteur « stade » qui a joué avec le degré de certitude indiqué plus haut.

Quant à l'interaction, « stade × dose de 2-4 D », elle est assez vraisemblable (F = 2,359, avec une valeur F = 3,04 pour le seuil de probabilité 0,05).

Dans cet essai la gibbérelline n'a pas modifié le nombre de glomérules et les diverses interactions de ce facteur avec ceux concernant le 2-4 D ne sont pas significatives.

La variété *M 6* sous sa forme monoïque paraît être moins sensible à la gibbérelline que sous sa forme féminine.

Le nombre de glomérules masculinisés par grappe a été certainement modifié par la gibbérelline (F = 20,92, la valeur limite pour une probabilité de 0,01 étant de F = 4,71) et par le 2-4 D selon le stade auquel il est intervenu (F = 29,04, la valeur limite étant de F = 6,76 pour une probabilité de 0,01).

Le seuil de probabilité 0,01 a été atteint par le facteur « stades × doses de 2-4 D » et pour l'interaction de deuxième ordre « gibbérelline × (stades × doses de 2-4 D) ».

Ces résultats, rassemblés dans le tableau 4 confirment entièrement ceux obtenus avec la lignée féminine du ricin « M 6 » (essai n° 4) :

— La gibbérelline réduit nettement le nombre des glomérules masculinisés et leur proportion dans la grappe.

— Le 2-4 D aux concentrations élevées et en application tardive (stade Pf) semble avoir aussi un effet féminisant. Mais celui-ci n'est qu'apparent et dû essentiellement à la réduction du nombre total des glomérules par grappe.

Le 2-4 D apporté de bonne heure, au stade pf, n'a pas sensiblement modifié la sexualité des ricins (d_1 et D_1). Son action masculinisante à ce stade, exigerait une concentration bien inférieure à 4,8 p. p. m., d'après les essais antérieurs.

On remarque cependant que l'influence de la gibbérelline est contrariée par d_1 et D_1.

TABLEAU 4

Traitements	Glom. totaux	Glom. masc.	Glom. masc. % glom. totaux
Témoin (T)	13,28	8,14	61,3
2-4 D seul au stade pf et à 4,8 p. p. m. = d_1	12,77	8,69	68,1
— à 9,6 p. p. m. = D_1	12,27	8,13	66,3
au stade Pf et à 4,8 p. p. m. = d_2	11,07	7,87	71,1
— — à 9,6 p. p. m. = D_2	10,77	6,77	62,9
Gibbérelline seule au stade pf à 40 p. p. m. = g	11,36	6,80	61,1
— — pf à 80 p. p. m. = G	12,57	5,57	44,3
$g\ d_1$	13,07	7,60	58,1
$g\ D_1$	13,30	7,92	59,6
$g\ d_2$	10,60	5,40	50,9
$g\ D_2$	10,67	6,20	58,1
G d_1	13,33	7,67	57,5
G D_1	11,88	6,50	54,7
G d_2	10,00	4,91	49,1
G D_2	10,29	5,57	54,1

Dans cet essai sur ricin monoïque, la féminité totale de la première grappe n'a été observée qu'exceptionnellement (1 pied sur 14 pieds G ; 1 parmi les 13 pieds D_2 et 1 parmi les 15 pieds dg_2).

Essai nº 7

TRAITEMENT DE DIVERSES VARIÉTÉS DE RICIN PAR LA GIBBÉRELLINE OU LE 2-4 D

Cinq variétés différentes ont reçu une application de 2-4 D à la concentration de 1,2 p. p. m. ou de gibbérelline à la concentration de 50 p. p. m. à l'une des deux dates 1 ou 2, choisies comme devant être voisines de celle à laquelle aurait probablement lieu la différenciation de la sexualité sur la première grappe.

Pour que le milieu soit aussi comparable que possible, l'époque des semis a été décalée en fonction des précocités de floraison des diverses variétés, les traitements aux dates 1 et 2 ont donc eu lieu les mêmes jours pour toutes les variétés (il y avait une trentaine de pieds par variété et par traitement).

Les observations suivantes ont pu être réunies pour chacune des 5 variétés étudiées.

1º *Ricin monoïque M 6.* — Le premier traitement (date 1) a été trop tardif (stade F_1) pour pouvoir toucher la première grappe.

Sur les grappes secondaires, aucun effet marquant n'a été observé à première vue, sans comptages.

Les doses de gibbérelline et de 2-4 D étaient sans doute trop faibles ; il semble aussi que sous sa forme monoïque cette variété soit beaucoup moins sensible à la gibbérelline que sous sa forme féminine : l'allongement des entre-nœuds par exemple n'était pas frappant.

2° *Ricin « Arouge » monoïque.* — Cette variété possède une certaine féminité et il en est tiré des lignées femelles.

Les pieds témoins avaient 25 fleurs mâles en moyenne tandis que la gibbérelline à 50 p. p. m. et à la date 1 a ramené ce nombre de fleurs mâles à 12.

La période sensible à la gibbérelline pour cette variété paraît être plus tardive que pour la variété « M 6 ». Elle correspondrait aux stades Pf ou f_1.

3° *Ricin « Anjou » femelle.* — Il s'agissait d'une F_2 obtenue du croisement entre des individus monoïques de la variété inerme « *Anjou* » et des individus homologues femelles porteurs du gène récessif « a » de la variété gynodioïque américaine « *Nebraska* ».

Comme prévu, les témoins ont présenté 25 p. 100 de femelles, tandis que les applications, à la date 1, de 2-4 D ou de gibbérelline ont fourni respectivement 45,5 p. 100 et 69,4 p. 100 de pieds femelles ou féminins, c'est-à-dire, ayant moins de 10 fleurs mâles sur la grappe.

Certains pieds hétérozygotes qui se trouvaient en général au stade pf à la date 1 ont donc été féminisés par la gibbérelline.

L'action du 2-4 D est plus surprenante, car, à la concentration de 1,2 p. p. m., ce produit s'était montré plutôt masculinisant dans les essais sur la variété *M 6* qui ont été rapportés précédemment.

Ce n'était qu'à partir d'une concentration de 4,8 p. p. m. que le 2-4 D semblait être féminisant.

Les seuils de sensibilité au 2-4 D ne sont probablement pas les mêmes pour les deux variétés *M 6* et *Anjou*.

4° *Ricin « Léran ».* — Variété assez tardive, naturellement très féminine, à hampe longue très fructifère.

Les pieds témoins avaient 32 fleurs mâles par grappe en moyenne, ce qui était assez peu par rapport au grand nombre des fleurs femelles.

La gibbérelline à la date 1 a réduit le nombre des fleurs mâles par grappe à 7, tandis que le 2-4 D à la date 2 a été masculinisant : 46 fleurs staminées par grappe.

Pour cette variété tardive, le stade sensible à la gibbérelline semble être le stade f_4 (4^e vraie feuille encore pliée).

5° *Ricin U. S. 415/9.* — Variété américaine à féminité dominante, avec quelques fleurs mâles mêlées aux fleurs femelles dans la région distale de la grappe.

La variété utilisée était très hétérogène, avec des pieds de précocités très différentes.

Aucun résultat remarquable n'a pu être enregistré, sans un comptage détaillé des fleurs.

Son étude sera reprise à partir de lignées sélectionnées pour lesquelles la période sensible devrait être recherchée vers le stade F_4 ou F_5 (4^e ou 5^e feuilles déployées).

En définitive ces quelques observations préliminaires paraissent indiquer que les variétés les plus différentes réagissent de la même façon aux traitements par la gibbérelline.

Le 2-4 D aurait des effets contraires selon les concentrations utlisées, et les seuils de sensibilité au 2-4 D ne seraient pas les mêmes pour toutes les variétés ou lignées.

Quant aux périodes sensibles d'induction de la sexualité, elles seraient toujours les mêmes lorsqu'on les définit en prenant la grappe pour origine.

Pour féminiser une grappe, la gibbérelline doit être apportée au moment où se déploie la 5e feuille qui précède la grappe.

Il faut donc bien connaître le nombre de feuilles que doit normalement produire la variété étudiée, avant qu'elle ne fleurisse. Or, ce nombre de feuilles varie selon la saison.

Pour la variété *M 6*, par exemple, on doit s'attendre à avoir 10 vraies feuilles chez les pieds cultivés en serre en hiver, 5 vraies feuilles pour les pieds semés en mai, et 4 si le semis a lieu en juillet.

DISCUSSION

Lorsque l'on aborde l'étude de la sexualité du Ricin, quelques difficultés se rencontrent dans le choix des indices à soumettre à l'analyse.

D'ailleurs, au cours des essais qui viennent d'être présentés, la féminité, d'abord exprimée par le pourcentage d'individus femelles dans les populations, a ensuite été jugée d'après le nombre de glomérules masculinisés par grappe.

Chez le Ricin, normalement monoïque, les sélectionneurs ont cherché à accroître le nombre de fleurs fructifères. Pour mesurer les progrès de leurs sélections, ils se sont basés soit sur le rapport des longueurs de grappe occupées par les fleurs de chacun des deux sexes, soit sur les proportions de ces fleurs.

Ce sont ces proportions qui ont été retenues comme indice de féminité par Ov. Shifriss (1961).

Mais, du point de vue théorique, il semble que la notion de féminité ne se dégage pas bien du rapport des nombres de fleurs des deux sexes.

Au cours du développement de sa grappe, le Ricin monoïque commence par produire un certain nombre de glomérules porteurs de fleurs mâles, puis la féminité s'installe.

Dans l'espèce, le nombre des glomérules masculins pour une grappe donnée (la première grappe par exemple) varie relativement moins que le nombre des glomérules féminins. D'après le rapport des fleurs des deux sexes, les ricins tardifs à longues grappes (*R. communis* L. var. *Persicus* Popova) seraient considérés comme plus féminins que les ricins à grappes courtes (*R. communis* L. var. *minor* Mill ou *zanzibarensis* Hort.). En réalité, toutes ces variétés sont monoïques et ne diffèrent que par la longueur de leur grappe.

Pour le généticien, à l'encontre du sélectionneur, la sexualité du Ricin revêt un aspect plus qualitatif que quantitatif. Plutôt que la proportion des fleurs de l'un des sexes, ce qui retient son attention, c'est *le moment auquel se produit le changement de sexualité* pendant le développement de la grappe, ou même au cours du développement de la plante ou de sa descendance, dans le cas des lignées à facteurs de féminité instables, « sex-reversals », qu'a décrites Ov. Shifriss (1961 *b*).

Il faut donc considérer qu'une lignée est femelle lorsque les fleurs pistillées naissent dès la base de l'inflorescence. A ce caractère, peuvent s'en ajouter d'autres tels que l'absence totale de fleurs staminées ou leur apparition tardive à l'extrémité de la grappe.

D'autre part, il semble qu'une masculinité potentielle soit toujours présente chez le Ricin, même si elle n'apparaît pas. Ainsi, le gêne récessif « a » qui produit des femelles dans les lignées de la variété américaine *Nebraska* est des plus stables et des moins sensibles au milieu ; et cependant, il peut arriver que des pieds homozygotes, *aa*, présentent, quoique exceptionnellement, des fleurs staminées.

Il n'a pas encore été reconnu d'hétérosomes sexuels chez le Ricin et la double sexualité semble constante.

Je pense que le facteur direct de la masculinité est toujours présent et d'une nature autre qu'hormonale.

En effet, il n'y a pas de continuité dans l'évolution du sexe des fleurs de bas en haut de la grappe.

Après avoir produit un certain nombre de glomérules entièrement masculins, un Ricin monoïque produit 1 ou 2 glomérules de transition portant des fleurs des deux sexes. Si la sexualité des fleurs dépendait uniquement d'agents chimiques dissous dans le suc tissulaire, les fleurs les plus âgées sur les glomérules de transition devraient *continuer* d'être staminées, les fleurs les plus jeunes *devenant* pistillées. Or, s'il en est souvent ainsi, on peut constater, cependant, que dans 25 p. 100 des cas environ, c'est l'inverse qui a lieu.

Les choses se présentent comme si, à un moment donné du développement de la grappe, des facteurs de masculinité se sont raréfiés dans les cellules au point que leur distribution entre les cellules mères des fleurs obéisse aux lois du hasard.

Les hormones n'agiraient alors sur la sexualité que d'une façon indirecte en modifiant le rythme des divisions cellulaires.

Une bonne interprétation des faits qui ont été présentés nécessiterait une connaissance plus approfondie du développement de la grappe et des modifications que lui apportent des agents chimiques ou physiques extérieurs.

Reçu pour publication en avril 1962.

SUMMARY

SOME EXPERIMENTAL RESULTS CONCERNING SEX INDUCTION IN THE CASTOR-OIL PLANT

During the summer months of the years 1960 and 1961 a series of 7 trials were carried out at the Plant Breeding Station of Maison-Carrée in Algiers to modify the sexual expression of the Castor-oil plant by spraying the foliage with aqueous solutions of gibberellin and 2-4 D.

It bas been possible to determine the vegetative stages at which treatments would be most effective.

On a strongly-female line it was found that this tendency could be accentuated by applications of gibberellin at 25 p. p. m. and that at higher strengths the reaction varied directly with the concentration of the solution applied.

2-4 D seemed produce contradictory and less well marked effects than gibberellin upon sex expression : low concentrations (0. 6 to 1. 2 p. p. m.) would exibit small male tendency; on the contrary concentrations of 4. 8 to 9. 6 p. p. m. would increase lightly the level of female tendency.

The idea of femaleness in relation to the Castor-oil plant is discussed.

ZUSAMMENFASSUNG

EINIGE VERSUCHSERGEBNISSE ALS BEITRAG ZUR GESCHLECHTSINDUKTION BEI RIZINUS

Im Laufe der beiden Sommer 1960 und 1961 wurde eine Reihe von 7 Versuche auf der Pflanzenzüchtungsstation von Maison-Carrée (Alger) durchgeführt, zwecks Geschlechtsveränderung der Rizinuspflanze durch Blattbespritzung mit wässerigen Giberellin- und 2-4 D-lösungen.

Man hat somit die Stadien der vegetativen Pflanze festellen können, die sich am besten für die Behandlungen eignen.

Man hat bewiesen, dass in einer sehr weiblichen Linie, die weibliche Tendenz mit zu 25 protausend konzentrierte, Giberellin noch ausgeprägter werden konnte. Die Wirkung nimmt gleichzeitig mit der Konzentration zu.

Das 2-4 D würde, was die Geschlechtsbestimmung betrifft, wicder sprechende und weniger ausgeprägte Wirkungen als das Giberellin erzielen. Schwache Konzentrationen (0,6 bis 1,2 pro Tausend) würden leicht vermännlichend, starke Konzentrationen hingegen (4,8 bis 9,6 pro Tausend) eher werweiblichend wirken.

Es erfolgt zum Schluss eine Diskussion über den Begriff der Weiblichkeit bei der Rizinuspflanze.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAJLAKHIAN M. K., KHLOPENKOVA L. P., 1959. Influence des auxines et des vitamines sur la croissance et le développement des plantes traitées par la gibbérelline (en russe). *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, **129**, 454-457.

GALUN E., 1958. The role of auxins in the sex expression of the cucumbre. *Physiol. Plant*, **12**, 48-61.

HERICH R., 1960. Gibberellin and sex differentiation of flowering plants. *Nature*, **188**, 599-600.

NITSCH J. P., KURTZ E. B., LIVERMAN J. L., WENT F. W., 1952. The development of sex expression in cucurbit flowers. *Amer. J. Bot.*, **39**, 32-43.

PETERSON C. E., ANHDER D., 1960. Induction of staminate flowers on gynoecious cucumbers with gibberellin A 3. *Science*, **131**, 1673-4.

SECHET J., 1953. Comportement du Ricin après traitements par le froid des graines en germination. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **100**, 44.

SHIFRISS OV., 1961. Gibberellin as sex regulator in *Ricinus Communis*. *Science*, **133**, 2061-62.

SHIFRISS OV., 1961 Conventional and unconventional systems controlling sex variations in *Ricinus J. Gen.*, **57**, 361-383.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (4), 311-323

MISE AU POINT

PRINCIPES ET MÉTHODES DE L'AMÉLIORATION DES ARBRES FRUITIERS A PÉPINS (1)

P. REMY

Station de Recherches d'Arboriculture fruitière, Angers (Maine-et-Loire).

SOMMAIRE

Les problèmes posés par l'amélioration des arbres fruitiers à pépins sont énumérés dans cette mise au point. Après avoir indiqué les connaissances actuelles concernant la botanique, la cytologie et la génétique des *Malus*, *Pyrus* et *Cydonia*, nous exposons les difficultés de la sélection clonale, puis l'intérêt des différentes méthodes d'hybridation. La nécessité d'un tri précoce s'impose dès lors que l'on a affaire à des milliers de plants issus de croisements. Une collaboration étroite entre disciplines de recherches et entre collègues de pays différents est également indispensable. Un addendum indique schématiquement l'état en France de l'amélioration des arbres fruitiers à pépins.

La production de fruits à pépins en France atteint 900 000 tonnes pour les seuls fruits de table, dont trois quarts de pommes et un quart de poires, et la valeur à la production peut être évaluée à 500 millions de nouveaux francs. Cette production est en augmentation constante depuis vingt ans et elle doit encore augmenter de cinquante pour cent si l'on se réfère aux objectifs du Plan d'Équipement et de la Productivité.

Des recherches en vue de l'amélioration en quantité et en qualité d'une telle production sont justifiées par cette importance économique. Il est intéressant de connaître les possibilités offertes par la génétique et de dégager les grands principes d'une amélioration rationnelle, compte tenu des difficultés qu'elle présente.

I. — OBJECTIFS

Tel qu'on le cultive depuis plusieurs décennies, l'arbre fruitier résulte d'une association par greffage entre un porte-greffe, qui fournit le système radiculaire et une partie de la tige, et une variété qui fournit le feuillage et les fruits. Un véritable programme d'amélioration génétique des espèces fruitières porte donc à la fois sur la variété et sur le porte-greffe.

(1) Exposé présenté devant es directeurs des Stations d'Amélioration des Plantes de l'I. N. R. A. le 16 mars 1962.

Un tel programme doit avoir pour objectif l'accroissement de la facilité de production, c'est-à-dire une moins grande dépendance des arbres à l'égard des facteurs limitants, et la satisfaction des besoins des consommateurs. Le délai nécessaire pour obtenir des résultats utilisables exige la prévision de ces besoins dans un avenir de vingt-cinq à trente ans. Or, ils sont très mal connus des économistes qui ne peuvent pas savoir actuellement si les fruits seront toujours achetés par la ménagère pour être consommés crus ou s'ils seront en grande majorité utilisés par l'industrie. Dans un cas, les problèmes de la qualité gustative et de l'époque de maturité sont les plus importants ; dans l'autre, ils ne se posent plus mais les problèmes de qualité technologique deviennent prédominants.

Nous pouvons toutefois essayer de dégager quelles sont les qualités de la variété fruitière idéale à la fois pour l'arboriculteur et le consommateur. Ce sont :

une productivité abondante, annuelle, s'établissant aussi rapidement que possible ;

une rusticité complète, permettant à l'arbre de résister aux conditions adverses ou de les tolérer, qu'elles soient climatiques (gel de printemps, humidité, vent...) ou parasitaires (insectes, champignons, bactéries, virus...) ;

une qualité commerciale (grosseur, coloris et forme du fruit, régularité du calibre, résistance au transport) et une qualité gustative donnant toute satisfaction ;

une aptitude du fruit à conserver ses qualités pendant un temps suffisant.

Les objectifs essentiels sont actuellement en France la recherche de la qualité des fruits et de la résistance aux maladies.

Quant au porte-greffe idéal, il doit présenter :

une grande homogénéité génétique ;
une multiplication facile, par semis, bouture ou marcotte ;
une culture facile en pépinière ;
une très bonne affinité avec un grand nombre de variétés, aussi bien au verger qu'en pépinière ;
un comportement satisfaisant avec un bon ancrage dans la plupart des terrains (léger, lourd, humide, calcaire), ce qui permet de limiter le nombre de types ;
une résistance marquée aux parasites (nématodes, Puceron lanigère, Pourriture du collet, Feu bactérien).

Étant donné le nombre élevé de sytèmes de culture, allant de la haie fruitière à la forme libre, il faut sélectionner une gamme de vigueur parmi les porte-greffe ayant l'ensemble de ces qualités.

Au cours des travaux de recherche et de sélection des variétés et porte-greffe, il arrive fréquemment que l'on se heurte à des problèmes particuliers aux arbres fruitiers, comme par exemple le problème de l'affinité entre le porte-greffe et le greffon. Il appartient alors aux spécialistes de l'amélioration des plantes de prendre conscience de ces problèmes, de les étudier et de les résoudre, seuls ou avec l'aide de leurs collègues appartenant à d'autres disciplines de recherche.

L'objectif final étant l'amélioration de la prodution fruitière, en quantité, en qualité et en rentabilité, il est nécessaire d'abord d'expérimenter comparativement les différents types obtenus, puis de prendre part à la diffusion des meilleurs cultivars. De même, certaines techniques mises au point pour résoudre les difficultés rencontrées au cours des recherches doivent être diffusées, dans la mesure où elles présentent une application pratique.

II. — PRINCIPES ET MÉTHODES

Les objectifs d'un programme d'amélioration des arbres fruitiers à pépins étant définis dans leurs grandes lignes, nous aborderons l'étude des méthodes de recherche à appliquer pour la réalisation de ce programme. Ces méthodes s'appuient sur la connaissance génétique du matériel à améliorer.

A. — L'ARBRE FRUITIER A PÉPINS

C'est un plante pérenne, présentant une phase juvénile longue et pouvant être multipliée végétativement. Les arbres cultivés résultent de l'association entre un porte-greffe et un greffon.

Caractéristiques botaniques

Les trois genres utilisés en culture fruitière : *Pyrus, Malus* et *Cydonia,* sont des Rosacées de la sous-famille des Pomoïdées. Celle-ci se caractérise par la position infère de l'ovaire qui contient de deux à cinq carpelles, souvent soudés en réceptacle.

Le genre *Cydonia* a des fleurs dont les carpelles contiennent de nombreux ovules. Les genres *Pyrus* et *Malus* ont des fleurs groupées en corymbes et leurs carpelles contiennent généralement deux ovules. Les différences botaniques entre *Pyrus* et *Malus* sont faibles au point que LINNE en faisait un seul genre (*Pyrus*). C'est MILLER qui établit une distinction en 1754.

On constate dans le genre *Pyrus* que les styles des fleurs ne sont pas soudés à leur base et que les anthères sont rouges ; les fruits sont généralement en forme de « poire » et leur chair peut présenter des cellules pierreuses. Dans le genre *Malus,* les styles des fleurs sont soudés à leur base et les anthères sont jaunes ; les fruits sont plus aplatis (« pomme »)et leur chair ne contient pratiquement jamais de cellules pierreuses.

Actuellement les botanistes considèrent une seule espèce dans le genre *Cydonia,* vingt-cinq dans le genre *Malus* et vingt dans le genre *Pyrus.* L'origine géographique de ces espèces les rattache à l'un des groupes suivants :

un groupe d'Extrême-Orient qui n'a pas pris part jusqu'ici à la constitution des variétés fruitières commerciales mais qui peut être intéressant par la résistance à certains parasites ;

un groupe d'Europe et du Moyen-Orient qui est à l'origine des variétés cultivées dans nos régions;

enfin, certains *Malus* sont originaires d'Amérique du Nord.

Les études botaniques ayant conduit à la caractérisation de ces espèces sont déjà anciennes et ne donnent plus satisfaction aux généticiens. Des recherches sont entreprises à l'Institut de sélection ruitière de Naumburg (Allemagne), à l'aide de méthodes basées sur la cytologie, l'embryologie et la génétique, à côté des méthodes anciennes de pure détermination morphologique, pour préciser les relations entre espèces.

De telles études doivent tenir compte des grandes possibilités de croisement qui existent entre des individus appartenant à des espèces différentes et qui risquent de rendre imprécise la notion même d'espèce.

Par contre, si les croisements interspécifiques ne présentent pas de difficultés, les croisements intergénériques n'ont pas encore été réussis.

Le croisement entre Poirier et Cognassier n'est signalé qu'une fois. Il a été réalisé en 1895 et en 1913 par VEITCH en Grande Bretagne et ces hybrides sont dénommés *Pyronia.*

Par contre, des croisements de *Pyrus* × *Cydonia,* effectués à la station d'East Malling, n'ont pas donné de graines. Des croisements de *Malus* × *Pyrus* ont été également stériles.

Le croisement réciproque, *Pyrus* × *Malus,* a donné à East Malling et à l'Institut horticole de John Innes (Grande-Bretagne) des fruits avec des graines présentant un taux satisfaisant de germination. Les plantes hybrides, toutefois, meurent toujours, dans un temps plus ou moins court, quels que soient les traitements qu'on leur applique : culture d'embryons ou greffe herbacée.

On n'a pas encore d'explication de ce cas presque unique d'une létalité aussi tardive. D'après les travaux de John Innes, il y aurait plus de possibilités en croisant des individus tétraploïdes qu'en croisant des diploïdes. D'autre part, le Pommier serait un meilleur porte-greffe pour ces hybrides de *Pyrus* × *Malus,* car il permet une survie plus longue.

Les recherches anglaises semblent abandonnées pour le moment. Il pourrait être intéressant de les reprendre avec d'autres espèces, ou en utilisant les nouvelles substances régulatrices de la croissance, comme les gibbérellines ou les kinétines.

Il faut signaler l'existence de plants considérés comme des hybrides entre *Pyrus* et *Sorbus* : les *Sorbopyrus*, d'apparition très ancienne.

Caractéristiques cytologiques

Les espèces fruitières à pépins se comportent comme si le nombre de base X était égal à 17 chromosomes, ainsi que l'ont montré RYBIN vers 1926 en Russie, puis DARLINGTON et MOFFETT. Ce nombre est extrêmement élevé car, chez les autres plantes cultivées, il se situe en général entre 4 et 9. On constate une absence presque totale de plants aneuploïdes dans les semis de variétés diploïdes ou de variétés triploïdes.

Ce nombre de base est expliqué par deux hypothèses de travail jamais vérifiées.

Pour DARLINGTON et MOFFETT (1932), une ou deux espèces à $n = 7$ chromosomes, de la sous-famille des Rosoïdées, seraient à l'origine des Pomoïdées, trois des sept chromosomes étant à l'état triple et les quatre autres à l'état double : $17 = (3 \times 3) + (4 \times 2)$. Cette hypothèse a été formulée par ces auteurs à la suite d'études de méioses, d'après les différentes associations de chromosomes.

Or, les observations cytologiques sur les arbres fruitiers à pépins sont extrêmement délicates, du fait des petites dimensions des chromosomes qui apparaissent punctiformes, même à de très forts grossissements, et de la difficulté de la préparation et de la coloration du matériel. L'hypothèse de travail de DARLINGTON et MOFFETT est de plus en plus remise en question.

SAX, en 1933, formule une autre hypothèse. Le nombre chromosomique de base 17 proviendrait de l'association de deux lots chromosomiques de Rosacées, l'un à 8 chromosomes et l'autre à 9. Les Pomoïdées seraient alors des amphidiploïdes, issus des Prunoïdées ($n = 8$) et des Spiroeoïdées ($n = 9$). Des rapprochements d'ordre morphologique ou chimique entre sous-familles sont à l'origine de cette hypothèse de SAX qui semble confirmée par des travaux récents.

Des études histologiques ont également contribué à la connaissance cytologique des arbres fruitiers. A la suite de traitements de rameaux à la colchicine, H. DERMEN a obtenu à Beltsville (Maryland) des pousses qui étaient des chimères périclines polyploïdes (¹). Ces observations l'ont amené à considérer l'apex d'un bourgeon comme un ensemble de trois ou quatre couches cellulaires périclines et indépendantes.

Ces assises cellulaires, dénommées L1, L2, L3 et L4, donnent naissance à des tissus différents. L1 est à l'origine des tissus épidermiques et de quelques tissus sous-épidermiques ; les cellules participant à la reproduction, ovules et grains de pollen, proviennent de L2 ; les racines, elles, proviennent surtout des couches profondes issues de L3.

Ces faits sont confirmés depuis plusieurs années par les travaux de J. EINSET et C. PRATT, à Geneva (New York). Ces auteurs ont observé des Pommiers à fruits légèrement anormaux, aplatis et déformés. Il s'agissait de plants partiellement polyploïdes : 2-4-4. L'examen des mitoses au moment du grossissement du bourgeon montra que la couche L1 et la couche L2 étaient différentes l'une de l'autre : les mitoses étaient plus volumineuses dans celle-ci que dans celle-là, traduisant l'état polyploïde.

Il existe également des plants 2-2-4 qui présentent beaucoup moins d'intérêt dans un programme d'amélioration, les gamètes issus de la couche L2 étant haploïdes dans ce cas.

Caractéristiques génétiques

Le niveau des connaissances génétiques sur une espèce dépend :

des possibilités d'autofécondation ;

de la présence de nombreux caractères monofactoriels ou bifactoriels, dont la ségrégation dans les descendances est nette ;

de la fréquence des générations ;

de la facilité d'observation et de repérage des chromosomes.

(¹) Il a montré que des tissus externes diploïdes pouvaient recouvrir des tissus polyploïdes.

Or, les arbres fruitiers à pépins ne possèdent aucune des propriétés ci-dessus. Pratiquement tous les caractères à prendre en considération dans un programme d'amélioration sont polygéniques et les descendances des croisements présentent une variation continue pour tous leurs caractères : vigueur, époque de maturité, coloration du fruit, sensibilité aux maladies.

A cause du nombre élevé de chromosomes, à cause de l'autofertilité faible alliée aux possibilités de la multiplication végétative, le plant fruitier est hautement hétérozygote et l'analyse de son patrimoine héréditaire est extrêmement complexe.

Les descendants d'un croisement sont souvent trop peu nombreux pour que l'on puisse tirer de leur comportement des conclusions sur l'hérédité de certains caractères. Pour un caractère donné, la moyenne des descendants se situe le plus souvent entre les deux parents. Par exemple, si l'on recherche une variété précoce de Poiriers, il vaut mieux croiser deux variétés précoces qu'une précoce et une tardive. Mais il arrive que la variation de la descendance s'étale au-delà des parents, par l'apparition d'individus extraordinaires, et ce sont souvent ces individus extraordinaires qui sont intéressants pour le sélectionneur.

En outre, les résultats d'un croisement peuvent, pour certains caractères comme la résistance au Puceron lanigère et la résistance à l'Oïdium, dépendre du sens dans lequel le croisement est effectué.

L'analyse génétique se révèle pratiquement impossible dans la plupart des croisements. Cependant, après plus de cinquante années d'hybridation, des chercheurs anglais, allemands, suédois, américains, canadiens, parviennent à connaître les caractéristiques que certaines variétés ont tendance à transmettre. On sait ainsi que *Jonathan* est un bon géniteur pour la coloration du fruit et sa qualité mais qu'elle transmet sa sensibilité à l'Oïdium et les faibles dimensions de ses fruits.

Dans une mise au point récente, le chercheur italien LALATTA a rassemblé les résultats de ces différents travaux pour le Pommier (voir Addendum).

L'analyse statistique de croisements diallèles a permis à G. BROWN à John Innes, de considérer *Durondeau* et *Fertility* comme de bons géniteurs pour la résistance à la Tavelure du Poirier, bien qu'il s'agisse de variétés sensibles, alors que *Conference* et Dr *Jules Guyot*, variétés très peu sensibles, ne sont pas de bons géniteurs de résistance.

Il arrive souvent qu'une partie de la descendance présente des caractères que les parents ne manifestent pas et cette apparition de caractères cachés n'est pas faite pour faciliter le choix des géniteurs.

Les connaissances génétiques sur les arbres fruitiers sont encore confuses et nous retiendrons simplement que le matériel présente une très grande complexité due à l'état polyploïde hetéterozygote, ainsi qu'au grand nombre de caractères polygéniques.

B. — MÉTHODES

L'aptitude à la multiplication végétative par greffage, bouturage et marcottage permet de conserver et de multiplier n'importe quel individu fruitier, quel que soit son génotype. Aussi l'amélioration des arbres fruitiers repose-t-elle sur la sélection clonale, c'est-à-dire sur le choix d'un individu particulier que l'on sera amené à multiplier par voie végétative.

La sélection clonale

Le problème paraît relativement simple à résoudre puisqu'il suffit de repérer dans une population quelconque un plant qui présente des caractères intéressants et d'en assurer la multiplication végétative. On produit une série de plants qui ont les mêmes caractéristiques que le plant d'origine, et cela pendant des dizaines et des dizaines d'années. Pour les arboriculteurs et les pépiniéristes, la variété de Pommier *Reine des Reinettes* est la même que celle qui était cultivée il y a deux siècles.

Or des professionnels très observateurs se sont aperçus de l'existence de « types » particuliers parmi les arbres de la variété *Reine de Reinettes* et ils sont parvenus à les maintenir par multiplica-

tion végétative de sorte que l'on trouve actuellement des types très différents entre eux : la cuvette autour de l'œil du fruit est grande chez l'un et petite chez l'autre, cependant qu'un troisième type a des fruits rouges.

Les recherches des vingt dernières années ont permis d'expliquer de tels phénomènes et de préciser la notion de clone. On sait maintenant qu'il existe plusieurs causes de variation à l'intérieur du clone horticole. La pratique du greffage, en associant deux individus, permet la transmission de maladies à virus dont certaines sont graves ; aussi l'état sanitaire des individus d'un même clone peut-il différer et la sélection sanitaire devient alors indispensable.

Ce sont toutefois les variations d'ordre génétique qui sont intéressantes à considérer ici. Toute mutation se produisant dans une cellule va se transmettre à toutes les cellules-filles qui en sont issues par mitose. Si une ou plusieurs de ces cellules-filles sont à l'origine d'un tissu relativement important, le caractère muté pourra devenir visible car l'état hétérozygote est souvent favorable à l'extériorisation de la mutation.

Nous savons, par les travaux de DERMEN et d'EINSET, que l'apex de la tige est constitué, non pas d'une cellule initiale, mais de trois couches cellulaires, périclines et indépendantes. La mutation peut affecter des cellules de L1, des cellules de L2, ou des cellules de L3, et constituer une chimère méricline pour l'une de ces couches. Suivant que la zone mutée entre en totalité ou pas du tout dans la constitution des bourgeons successifs d'un rameau, la mutation se transmet en chimère péricline, en chimère méricline ou ne se transmet pas. Transmis en chimère péricline, le caractère muté est stable au cours de la multiplication végétative par greffage. Transmis en chimère méricline, le caractère muté n'est pas stable et il se manifeste en secteurs plus ou moins importants ; on dit, dans ce cas, que le caractère n'est pas encore fixé et l'on parle souvent de « réversion », bien que ce terme ne soit pas approprié.

La sélection doit se poursuivre bourgeon par bourgeon, jusqu'au moment où l'un deux contiendra le caractère muté en chimère péricline. Par exemple, la variété de Pommier *Richared Delicious* se comporte comme une chimère péricline stable, alors que *Red King* se comporte comme une chimère méricline, avec vingt pour cent de « réversions » ; de même, certaines poires panachées, chimères mériclines, peuvent permettre de retrouver le type initial non panaché.

En exagérant un peu l'image, l'apex d'une tige comme celui d'un bourgeon, est constitué de trois assises cellulaires périclines et indépendantes, chacune de ces couches pouvant représenter une ou plusieurs chimères mériclines. Un tel état de fait oblige à considérer la tige qui provient de l'un de ces bourgeons non plus comme un clone mais comme une série de clones, légèrement différents du point de vue du génotype.

Par rapport au génotype de la cellule-œuf qui a donné naissance à une variété donnée, les bourgeons utilisés dans la propagation contiennent d'autant plus de mutations que la variété est plus âgée et qu'elle a été plus multipliée. Certaines sont visibles, d'autres sont cachées et se sont accumulées ; le travail de sélection consistera à favoriser leur apparition et à les multiplier.

Les mutations affectant des cellules de L2 ou de L3 peuvent être transmises génétiquement, puisque les organes de reproduction ovules et pollen, proviennent de ces couches. De même, les racines étant constituées presque uniquement à partir de L3, les boutures de racines ainsi que les drageons donneront naissance à une tige ayant le génotype de L3 pour les trois couches.

Ceci explique le comportement particulier de la mutation sans épine (Thornless) de Mûre : la multiplication par bouture de tige reproduit le type sans épine alors que la multiplication par bouture de racine fait réapparaître le type initial épineux. En effet, la mutation ne porte que sur la couche L1, à l'origine des tissus épidermiques.

Un phénomène intéressant à signaler est celui de l'apomixie ; dans ce cas, une cellule de l'ovaire se différencie en plantule sans l'intervention de phénomènes de fécondation. C'est le type même du clone, chaque individu provenant d'une cellule originaire de L2 et peut-être de L3. L'apomixie est assez rare chez les arbres fruitiers à pépins, on la rencontre toutefois chez *Malus theifera*, *M. sikkimensis* et *M. toringoides*. On peut utiliser ces deux dernières espèces comme porte-greffe. Toutes trois sont triploïdes.

La création de types nouveaux

Pour atteindre un objectif choisi, le repérage et la multiplication des meilleurs individus d'une population déjà existante se révèlent insuffisants malgré tout l'intérêt qu'ils présentent et il est nécessaire de chercher à créer des types complètement nouveaux. Plusieurs méthodes sont à la disposition des chercheurs , chacune d'entre elles convenant particulièrement à un objectif.

1° *Croisement consanguin*

On désigne sous le nom de croisement consanguin l'autofécondation, le croisement entre frère et sœur et le recroisement avec l'un des parents. Cette méthode présente surtout un intérêt génétique car elle permet d'étudier en une ou deux générations le mode de transmission des caractères. Son utilisation est toutefois limitée par la présence des gènes de stérilité, notamment chez le Poirier.

On peut cependant penser que certaines variétés s'accomodent assez bien du croisement consanguin, spécialement de l'autogamie. Il s'agit, en particulier, des variétés de Pommier de floraison très tardive ; les individus bien qu'ils soient très isolés dans les champs produisent des graines en quantité appréciable. De telles notions pourraient être appliquées avec succès à la recherche de porte-greffe homogènes de semis.

2° *Croisement intervariétal.*

Depuis cinquante ans, c'est une des techniques les plus utilisées pour l'obtention d'un individu hybride rassemblant le maximum des qualités de ses géniteurs. Cette méthode convient particulièrement pour la recherche de la qualité du fruit, de l'époque de floraison ou de maturité désirée et pour tout caractère qui ne peut être amélioré que progressivement.

Par ailleurs, le croisement intervariétal peut être employé pour l'amélioration de la résistance à quelques maladies lorsque l'un des géniteurs transmet cette résistance à la majorité de ses descendants. La variété de Pommier *Northern Spy* transmet la résistance au Puceron lanigère à une proportion élevée de sa descendance mais le sens du croisement peut modifier les résultats.

3° *Croisement interspécifique.*

Ce type de croisement est utilisé systématiquement depuis peu d'années chez les arbres fruitiers pour l'amélioration de la résistance aux parasites lorsque le croisement intervariétal ne suffit pas. Il s'agit d'incorporer à l'espèce donnant les variétés cultivées l'immunité que l'on rencontre chez certains individus d'autres espèces. C'est là un travail extrêmement long car la résistance totale se trouve généralement chez des espèces sauvages à fruits parfaitement immangeables. Il faut d'abord transmettre la résistance dans une première génération d'hybrides puis, tout en la conservant, chercher à améliorer le fruit dans les générations suivantes : on procède à des croisements en retour avec des variétés de l'espèce fruitière.

L'établissement d'un tel programme exige la recherche systématique de clones résistants dans chaque espèce et l'étude de l'hérédité de leurs caractères. Dans le cas le plus favorable, la résistance est dominante et commandée par un ou deux gènes.

Pour le Pommier, la résistance à la Tavelure est obtenue à partir d'une vingtaine de clones appartenant à des espèces différentes, notamment *Malus floribunda 821*, *M. prunifolia 19651* et *M. atrosanguinea 804*. Pour le Poirier, la résistance au Feu bactérien (*Erwinia amylovora*) est obtenue à partir de *Pyrus ussuriensis*.

4° *Recherche de polyploïdes.*

L'intérêt de la polyploïdie dans les espèces fruitières à pépins apparaît à l'examen des catalogues de variétés cultivées : quinze pour cent sont triploïdes. Cette proportion est extrêmement élevée par rapport au pourcentage naturel d'apparition de ces triploïdes que l'on estime à deux ou trois pour mille. En effet, les variétés triploïdes se caractérisent par une grande vigueur, une rusticité accrue, un port ouvert, une production importante et de gros fruits.

La cause la plus fréquente de l'apparition d'un plant polyploïde est une anomalie dans la méiose donnant naissance à un ovule non réduit. Le plant triploïde contient alors la totalité des chromosomes de la variété diploïde maternelle auxquels vient s'ajouter un lot paternel qui, lui, a subi la méiose. En général, l'hybride présente une grande ressemblance avec la variété maternelle. C'est le cas de *Mutsu*, provenant du croisement de *Golden Delicious* par *Indo*. On suppose que l'origine de variétés comme *Gravenstein, Belle de Boskoop, Reinette blanche du Canada* a la même explication.

De la même manière, des ovules non réduits chez des variétés triploïdes donnent naissance, après pollinisation par une variété diploïde, à un plant tétraploïde. C'est ainsi que la station suédoise de Balsgård a obtenu des tétraploïdes à partir de *Reinette du Canada* et à partir de *Belle de Boskoop*.

Par ailleurs, on peut produire des triploïdes par croisement d'une variété diploïde avec une variété tétraploïde. Les chimères polyploïdes naturelles trouvées par EINSET dans l'est des États-Unis sont utilisées dans ce but. Celles dont la constitution cytologique est 2-4-4 se comportent génétiquement comme des tétraploïdes. On en connaît actuellement vingt-cinq. Les plants polyploïdes obtenus artificiellement par DERMEN à la suite du traitement par la colchicine ont trouvé le même emploi.

Toutefois la production de triploïdes à partir de ces plantes tétraploïdes présente moins d'intérêt que la non-réduction d'ovule car la méiose supprime alors une partie des caractères.

5° *Utilisation des agents mutagènes.*

Les agents mutagènes sont utilisés de diverse façon pour la création de types nouveaux. Seuls les agents physiques se sont montrés efficaces jusqu'à maintenant. Le traitement par radiations ionisantes est capable de provoquer une redistribution des tissus dans des chimères. C'est de cette façon que s'expliquent les travaux de C. PRATT sur des chimères 2-4-4 de Pommier et de P. DOMMERGUES (I. N. R. A., Versailles) sur la variété de Poirier *Mac × Red Bartlett*.

Chez le Pommier, un traitement par radiation a permis à C. BISHOP (Kentville, Canada) d'obtenir une mutation stable de la variété *Golden Russet* et à K. GRÖBER (Gatersleben, Allemagne) d'avoir une souche rouge de *Transparente blanche*. Pour d'autres espèces fruitières, c'est l'intensité de coloration ou l'époque de maturité du fruit ou la sensibilité aux maladies qui ont été modifiées.

Bien que peu d'améliorations proprement dites aient été obtenues jusqu'ici par l'utilisation d'agents mutagènes, cette méthode mérite d'être exploitée intensément car elle ne modifie que peu de caractères chez une variété déjà satisfaisante.

C. — ADAPTATION DES MÉTHODES AU MATÉRIEL

Pour tirer parti rapidement, dans un but de sélection, des travaux accomplis sur un matériel aussi complexe que les arbres fruitiers, le chercheur doit prendre certaines précautions et adapter les méthodes qu'il utilise aux particularités de ce matériel.

Il doit d'abord s'engager dans plusieurs voies de sélection pour chaque objectif considéré. Par exemple, pour supprimer l'incidence des gelées de printemps, on s'attachera à trouver :

1° des variétés réellement résistantes, qui se mettent à fruits malgré des températures de — 4 ou — 5°C, comme *Golden Delicious* ou *Jonathan* chez le Pommier ;

2° des variétés pouvant se mettre à fruits par parthénocarpie malgré la destruction des ovules par le froid ; il s'agit dans ce cas surtout de variétés polyploïdes ;

3° des variétés de floraison tardive, ne coïncidant pas avec les périodes de gelée. H. TYDEMAN (East Malling, Grande-Bretagne) travaille dans cette voie.

Étant donné la constitution cytologique et l'existence de caractères polygéniques, il faut réaliser un grand nombre d'hybrides pour chaque croisement si l'on veut sélectionner des individus intéressants au sein d'une population aussi proche que possible de la variation réelle. Selon les sélectionneurs ce nombre varie de 100 à 30 000.

La longeur du cycle de reproduction des arbres fruitiers à pépins varie de sept à douze ans et la place occupée par chaque plant sur le terrain est en moyenne de trois à quatre mètres carrés. L'importance de ces exigences donne une valeur particulière aux critères de sélection précoce dans l'amélioration de ces espèces. Il faudrait pouvoir éliminer dès la première année 50 à 80 pour cent de jeunes plants.

Cette préoccupation n'est pas récente. VAN MONS en Belgique, puis MITCHOURINE en Russie ont énoncé certains caractères végétatifs correspondant à une bonne qualité des fruits.

Actuellement, les différents chercheurs s'efforcent de déceler des corrélations entre les caractères au stade juvénile et les caractères au stade adulte. Parmi les résultats acquis, nous pouvons citer les corrélations suivantes :

structure histologique de la racine et degré de vigueur conféré par le porte-greffe (East Malling, Grande-Bretagne) ;

débourement foliaire tardif et floraison tardive (East Malling, Grande-Bretagne) ;

type de feuille et aspect des fruits (Jork, Allemagne) ;

pH de la feuille et teneur du fruit en vitamine C (Balsgård, Suède) ;

conductivité électrique du cytoplasme et résistance au froid hivernal (Suède, Canada, Allemagne).

On peut rattacher à la sélection précoce l'élimination en pépinière des plants sensibles aux différents parasites, dans les cas où la sensibilité au stade juvénile reflète le comportement de l'adulte (Oïdium, Tavelure, Feu bactérien, Puceron lanigère).

La sélection précoce offre de très grands avantages mais il ne faut pas oublier qu'elle fait éliminer des plantes qui pourraient présenter un intérêt par leurs autres qualités. *Red Delicious* n'aurait jamais été cultivée si le critère de sélection avait été la résistance à la Tavelure.

Chaque plant qui a été retenu après les premières sélections va être suivi jusqu'à l'établissement d'une mise à fruits régulière. De nombreuses observations morphologiques et physiologiques seront effectuées et il est nécessaire d'utiliser les méthodes de travail les plus modernes pour les notations, les mesures et leur interprétation : par exemple, H. FOGLE (Prosser, Wash.) et L. SPANGELO (Ottawa, Canada) emploient des fiches perforées rassemblant jusqu'à quatre vingts caractères pour le triage rapide de plusieurs milliers d'hybrides.

Enfin, ce sont des laboratoires spécialisés en études biométriques et en statistique qui doivent être chargés de l'analyse des observations à des fins génétiques ou dans un but de sélection.

D. — PROBLÈMES PARTICULIERS AUX ARBRES FRUITIERS

Nous avons signalé au début de cet exposé que les sélectionneurs peuvent rencontrer des problèmes particuliers et à cette occasion avoir à mettre au point des techniques d'étude conduisant à des applications pratiques.

Nous prendrons pour exemple l'affinité entre porte-greffe et greffon chez le Poirier. Elle pose des problèmes d'ordre mécanique, physiologique et sanitaire.

Fréquemment l'association d'individus appartenant à des espèces différentes ne permet pas une soudure convenable des tissus et il y a au point de greffe des accidents pouvant aller jusqu'à la cassure.

D'autre part, des phénomènes de chlorose calcique dans le cas du greffage sur Cognassier et de dépérissement dans le cas du greffage sur certains Poiriers d'origine orientale attirent l'attention des physiologistes.

Enfin la présence de virus peut gêner la reprise des greffes ou compromettre la croissance du sujet.

L'explication de ces phénomènes nécessite l'emploi de techniques très précises de physiologie cellulaire. L'étude des hétérosides présents dans le Cognassier et le Poirier permet désormais d'envi-

sager un mécanisme diastasique pour expliquer certaines nécroses au point de greffe par une libération d'acide cyanhidrique (GUR, Israel). La résistance à la chlorose ferrique est évaluée par la mesure de la capacité de saturation en ions calcium des jeunes racines de Cognassier (D. BLANC-AICARD. Antibes et J. BROSSIER, Angers). L'utilisation des éléments marqués permet de suivre la migration de différents composés et leur passage ou leur accumulation au point de greffe (BUKOVAC, EastLansing Mich.).

La solution de ces problèmes est obtenue par la mise au point de techniques palliant le manque d'affinité :

greffage très précoce d'organes verts ;

utilisation d'un intermédiaire, si petit soit-il (NICOLIN, Allemagne ; R. J. GARNER, Grande-Bretagne) ;

élimination des virus.

L'existence des virus crée, à son tour, des difficultés importantes aux sélecionneurs. Ceux-ci procèdent, avec l'aide des pathologistes, à la mise en évidence de la maladie par indexage, grâce à des clones indicateurs dont ils recherchent les types les plus variés. Les virus ainsi décelés peuvent parfois être éliminés par thermothérapie. On recherche par ailleurs des variétés tolérantes, cependant que l'on sélectionne des souches exemptes de virus parmi les variétés déjà existantes.

Parmi les problèmes que rencontrent les sélectionneurs, on pourrait encore citer les études de phénologie, mettant en évidence les relations entre le développement et le climat, et les travaux sur les techniques de multiplication végétative permettant de tirer un meilleur parti des sélections.

III. — CONCLUSION

Devant la complexité du problème posé par l'amélioration des arbres fruitiers à pépins et la lenteur de l'acquisition de connaissances génétiques, il est nécessaire que les sélectionneurs bénéficient de l'aide des spécialistes d'autres disciplines scientifiques : physiologie, biochimie, pathologie et zoologie, climatologie, biométrie. Aucun chercheur ne peut parvenir à se spécialiser dans plusieurs de ces disciplines en plus de la génétique.

De plus l'amélioration des arbres fruitiers à pépins est si vaste qu'aucun pays ne peut l'aborder dans son ensemble et que la coopération internationale la plus étroite est la vraie solution d'avenir.

La sélection du Pommier pour la résistance à la Tavelure en est le meilleur exemple. Près de dix pays participent aux recherches, chacun avec un programme correspondant à ses conditions propres. Des contacts personnels, des échanges de matériel (pollen et hybrides), des communications de résultats donnent une unité à cet ensemble de travaux divers. Certaines sélections sont confiées à des chercheurs d'autres pays pour l'étude de leur comportement vis-à-vis de parasites n'existant pas chez l'obtenteur.

De même, il peut être profitable que les collections très importantes d'hybrides soient observées par des sélectionneurs appartenant à des pays différents où les besoins et les critères de sélection ne sont pas les mêmes.

Cette coopération ne peut s'établir que grâce à des contacts directs aussi fréquents que possible entre chercheurs. Dans cet ordre d'idées, l'activité de la Section horticole de l'Association européenne pour l'Amélioration des Plantes (EUCARPIA) est une étape encourageante.

Reçu pour publication en juin 1962.

ADDENDUM I

L'amélioration génétique des arbres fruitiers à pépins est effectuée à la Station de Recherches d'Arboriculture fruitière d'Angers. Nous indiquons ci-dessous les sujets actuellement à l'étude avec les méthodes employées.

ÉTAT ACTUEL EN FRANCE DE L'AMÉLIORATION DES ARBRES FRUITIERS A PÉPINS

A. — VARIÉTÉS DE POIRIER ET DE POMMIER

1° *Connaissance du matériel.*

Étude pomologique : près de 800 variétés de Poirier et de 800 variétés de Pommier, d'origine diverse.

Mise au point d'une méthode de description et d'idendification variétale.

Étude génétique de la transmission chez le Poirier de deux caractères : panachure et époque tardive de la floraison et de la transmission chez le Pommier du jaunissement de la plantule. Le type de croisement le mieux approprié est utilisé.

Études de biologie florale.

Études de phénologie : mode d'action de la température sur la date de floraison.

2° *Amélioration proprement dite.*

Sélection clonale, parmi les variétés anciennes et les variétés locales présentant un intérêt cultural actuel, les variétés courantes, les variétés récemment mises au commerce et les hybrides étrangers.

Mise en évidence puis sélection de souches présentant des différences génétiques et sanitaires pour les variétés le plus importantes et, en particulier :

pour le Poirier : *Beurré Hardy*
Doyenné du Comice
Épine du Mas
Passe Crassane
Williams
pour le Pommier : *Golden Delicious*
Red Delicious
Reine des Reinettes
Reinette Clochard
Reinette du Mans.

Recherche des types d'origine et de chimères périclines, par irradiation des vieilles variétés, des types panachés ou des « sports ».

Création de variétés nouvelles :

pour le Poirier, orientation presque exclusive vers les variétés de maturité tardive, par croisement intervariétal;

pour le Pommier, orientation vers des variétés de floraison et de maturité tardives, de bonne conservation, et de bonne coloration, par croisement intervariétal.

Sélection pour la résistance aux parasites :

pour le Poirier, introduction de variétés résistantes à des parasites pouvant apparaître en France, notamment le Feu bactérien ;

pour le Pommier, sélection pour la résistance à la Tavelure, par croisement interspécifique, qui sera complétée dans l'avenir par une sélection pour la résistance à l'Oïdium et la résistance au Chancre.

B. — Porte-greffe

1° *Porte-greffe du Poirier.*

a) *le Cognassier.*

Sélection clonale dans les populations indigènes et les types botaniques. Dix groupes botaniques ont été mis en évidence. La sélection est en voie d'achèvement et dix clones sont actuellement retenus d'après les critères :

facilité de multiplication végétative par cépée ;

reprise en pépinière ;

comportement avec des différentes variétés en pépinières et en verger d'essai ;

résistance au calcaire.

L'indexage est en cours pour vérifier l'absence de virus.

Expérimentation des meilleurs clones en France et à l'étranger.

Étude du croisement cognassier d'Angers × cognassier de Provence.

b) *les « francs » de Poirier.*

Recherche de lots homogènes, conférant une vigueur moyenne et convenant aux différents sols et aux variétés importantes.

Recherche de pieds-mères de graines intéressants parmi les types indigènes : *Pyrus communis*, *P. nivalis* et *P. cordata* et parmi des variétés cultivées. Des résultats encourageants ont été obtenus dès la première année d'étude.

c) *espèces particulières.*

Certaines espèces présentent un intérêt pour la vigueur, la rapidité de la mise à fruits, la résistance à la chlorose ou à certains parasites, etc. Il semble nécessaire d'effectuer une sélection clonale chez *Pyrus betulaefolia* et *P. calleryana* qui présentent une affinité plus ou moins bonne avec le Poirier. *P. serotina* et *P. ussuriensis*, résistants au Feu bactérien, n'ont aucun intérêt comme porte-greffe. Ils peuvent en présenter, par contre, comme intermédiaires et ces recherches sont à développer dans les années prochaines.

2° *Porte-greffe du Pommier*

a) *Porte-greffe de multiplication végétative.*

Étude du comportement en France des différentes sélections de la station britannique d'East Malling et notamment des plus récentes, résistantes au Puceron lanigère et au *Phytophthora cactorum*.

b) *Les « francs » de Pommier.*

Recherches de clones donnant naturellement des semis homogènes, surtout parmi les variétés de floraison très tardive, supposées autogames. Des résultats encourageants apparaissent après quelques années d'observations. Certaines variétés se dégagent : *Golden Delicious, Pépin de Bourgueil, Reinette du Mans, Rose de Benauge*, mais l'homogénéité morphologique, premier critère de sélection, ne traduit pas toujours une homogénéité physiologique.

Ce sujet de travail retient notre attention et sera développé dans les années à venir. Dans le même ordre d'idées, Fleckinger, à Versailles, a recherché les variétés de Pommier à cidre dont les semis présentaient une homogénéité satisfaisante et une faible sensibilité aux maladies. C'est ainsi qu'il signale l'intérêt de *Jouveaux, Mettais, Duret* et *Petit Doux Veret*. A l'étranger, seules les stations d'Ottawa au Canada et de Jork en Allemagne ont abordé cette étude, leur critère essentiel étant d'ailleurs la résistance au gel hivernal.

ADDENDUM II

LA TRANSMISSION DES CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES CHEZ LE POMMIER

D'après une compilation de travaux américains, canadiens, allemands et suisses par F. LALATTA, 1960. Il miglioramento varietale del melo. Progr. agric., It., VI (6).

Caractère	*Mode de transmission*
Développement végétatif	Fort dominant par rapport à faible
Forme de l'arbre	Résultat en règle générale intermédiaire entre les parents.
Précocité de mise en production	Se transmet souvent
Époque de maturité	Se transmet souvent ; transgressions fréquentes
Résistance au froid	*Crimson Beauty, Duchess* et *McIntosh* transmettent la forte résitance ; *Delicious* la résistance moyenne *Rome Beauty* et *Cox* la faible résistance.
Date de floraison	Complexe ; la floraison tardive serait transmissible
Volume du fruit	Petit serait dominant par rapport à gros ; hybride souvent plus petit que la moyenne entre les parents et même plus petit que les parents.
Forme du fruit	Fruit aplati ou à tendance sphérique plus fréquent dans la descendance que fruit allongé ; toutefois *Jonathan, King David, Wealthy,* donnent des fruits relativement longs.
Lenticelles	Celles de *Jonathan* se retrouvent dans sa descendance
Couleur des fruits	Étude difficile ; rouge domine l'absence de couleur et rouge strié domine sur rouge diffus ; pour la couleur de fond, jaune à maturité domine partiellement par rapport au vert.
État rubigineux de l'épiderme	Caractère récessif
Qualité de la chair	Combinaison de divers facteurs ; en général, on a plutôt une diminution ; quelques géniteurs de qualité : *Golden Delicious, Jonathan, McIntosh Yellow Newtown, Cox, Wealthy, Red Rome.*
Acidité	Dominante sur absence d'acidité
Tendance à la fente des fruits sur l'arbre	Probablement héréditaire
Sensibilité à la Tavelure	*Cox* tend à transmettre un caractère de résistance ; *Ben Davis* un caractère de faible résistance.
Résistance à l'Oïdium	La prédisposition à cette maladie est héréditaire. On a constaté que, s'il y a une différence marquée entre géniteurs, on obtient un plus grand pourcentage de plantules sensibles si le géniteur le plus sensible a été utilisé comme père.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (4), 325-328

INFORMATIONS

LA CONFÉRENCE DE ROME (10 AU 20 JUILLET 1961) SUR LA PROSPECTION BOTANIQUE ET L'INTRODUCTION DES ESPÈCES VÉGÉTALES

L. HEDIN

Laboratoire de Recherches sur les Plantes fourragères,
Rouen (Seine-Maritime)

SOMMAIRE

L'auteur qui a assisté en juillet dernier à la réunion organisée à Rome par la F. A. O. pour l'étude des problèmes qui intéressent la prospection botanique et l'introduction des espèces végétales dans de nouvelles régions, rend compte de quelques communications qui y ont été présentées et plus particulièrement de celles qui concernent l'origine de quelques plantes cultivées (Blé, Cacaoyer, Carotte, Hévéa, Pomme de terre).

La F. A. O. a organisé à Rome du 10 au 20 juillet 1961 une Conférence sur la prospection botanique et l'échange des espèces végétales dans le but de faire le bilan des travaux que cette organisation a encouragés au cours de ces dernières années. Mais l'objectif principal que se proposait la Conférence devait surtout porter sur l'établissement d'un programme d'action plus cohérent pour les années à venir.

Dans l'exposé qui va suivre, nous donnerons quelques indications sur la Conférence elle-même qui a donné lieu à de nombreuses communications. De ces dernières nous retiendrons celles qui ont trait aux recherches récentes sur l'origine de quelques plantes cultivées.

I. — La coopération internationale en matière de prospection botanique et d'échanges

Dans un livre consacré à l'ethnobotanique (L'Homme et les Plantes cultivées, Gallimard) A. G. Haudricourt et moi-même avons rappelé l'histoire de l'introduction d'un certain nombre de plantes cultivées. Le caractère accidentel et toujours empirique des introductions anciennes est frappant et ne convient plus à notre époque.

La nécessité, dans ce domaine, d'une coopération internationale s'est fait sentir depuis longtemps et c'est ce qu'a bien compris la F. A. O. qui, à plusieurs reprises dès 1947-1948, a provoqué des réunions d'experts pour examiner de quelle façon il était possible d'organiser cette coopération.

Elle apparaissait devoir se manifester sur deux plans : celui de la prospection botanique de régions mal connues et susceptibles de renfermer des écotypes intéressants et celui de l'échange des espèces et des types géographiques ainsi récoltés.

Pour mettre à la disposition des chercheurs le matériel génétique dont ils ont besoin, il était indispensable de faire un inventaire et c'est pour satisfaire à ces besoins qu'ont été établis le Catalogue des souches génétiques de Blé et de Riz (1950) et celui des collections vivantes d'espèces fruitières dont M. F. Pansiot est responsable.

A la suite de la réunion de Londres (17 juillet 1956), la F. A. O. s'est efforcée de suivre et de coordonner les réalisations des divers organismes nationaux dans le domaine de cette prospection et de ces échanges, notamment en publiant d'utiles informations dans une série de notes ronéotypées : *Plant introduction newsletter*.

La réunion qui s'est tenue à Rome du 10 au 20 juillet 1961 avait pour but de faire le point de l'activité de ces dernières années et de présenter au directeur général de l'organisation internationale les vœux des spécialistes en ce qui concerne le développement de son action, et plus particulièrement d'orienter et de coordonner les recherches nationales vers les objectifs les plus urgents de façon à éviter une trop grande dispersion des efforts.

29 nations étaient représentées par 70 délégués ou observateurs.

Le professeur W. Rudorf, pour Eucarpia, prit une part active aux débats qui furent présidés par un Australien, le Dr W. Hartley, dont on connaît l'œuvre importante en matière d'acclimatation de plantes fourragères.

La délégation française était composée de M. A. Angladette, inspecteur général à l'Institut de Recherches d'Agronomie tropicale ; de M. L. Hedin, directeur de recherches à l'I. N. R. A. et de M. J. Koechlin, maître de recherches à l'O.R.S.T.O.M. M. Voisin représentait la République congolaise ; M. L. Sauger, la république du Sénégal ; M. J. Barrau, la Commission du Pacifique Sud.

Il ne s'agit pas ici de faire un compte rendu, même sommaire, des communications qui furent présentées à cette réunion. Elles furent très nombreuses et de haute tenue scientifique. Elles seront publiées dans la revue italienne *Genetica*, que dirige le professeur Jucci.

Nous nous bornerons à donner quelques indications concernant certaines plantes cultivées que nous avons relevées au cours des exposés.

Nous nous attacherons plus particulièrement à un examen critique des divers points de vue qui ont été exprimés quant aux possibilités d'adaptation d'une espèce à un milieu donné.

Pour en terminer avec la réunion elle-même, rappelons que parmi les vœux exprimés, figure celui de la création de stations de prospection, dans ou près de centres de diversité maximale d'espèces utiles ; les centres proposés ont été la Turquie, l'Argentine du Nord-Est, le Pakistan du Nord.

En principe, ces stations de prospection devraient être doublées de stations d'études du comportement des types collectés, chargées également des problèmes d'introduction et d'échange.

Ce désir rejoint le point de vue exprimé par le Pr W. Rudorf (Eucarpia) sur l'organisation de telles stations.

II. — Données récentes sur l'origine de quelques espèces cultivées

1o *Blé*

K. Yamashita, de Kyoto (Japon), rappelant les travaux de H. Kihara sur l'origine du Blé tendre (A B D), a fait part des premiers résultats d'une mission japonaise effectuée dans l'est méditerranéen (Égypte, Liban, Syrie, Jordanie, Turquie, Grèce, Italie) d'avril à juillet 1959.

Entre autres objectifs, le but de l'expédition consistait à rechercher l'espèce dont le génome B ou Sb entre dans la formule chromosomique du Blé tendre. A la suite de recherches récentes, il semble que cette espèce appartienne à la section *Sitopsis* du genre *Aegilops*.

Le bilan des échantillons récoltés comprend 317 *Triticum,* 1 183 *Aegilops,* 11 *Haynaldia,* 12 *Agropyrum,* des Orges et des Seigles.

Parmi les *Aegilops* récoltés en Turquie et en Syrie, se trouve *Ae. mutica* qui est considéré comme renfermant les chromosomes du génome B.

Il s'agit d'une espèce qui présente nn taux de variation assez grand à la pubescence des glumes, la longueur de l'épi, etc.

Des observations biologiques ont été rapportées concernant le rythme de végétation, le pourcentage de stérilité. Sur des plantes cultivées à Kyoto, M. SHIZUKI a étudié les fréquences des chromosomes du génome B ; sur 421 échantillons examinés, 55 les possédaient.

2° *Cacaoyer*

On ne trouve le genre *Theobroma* que dans deux régions tropicales humides de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale séparées par les Andes : 1° les vallées de l'Amazone et les Guyanes; 2°) les versants des Andes du côté de l'océan Pacifique et de l'Amérique centrale. Selon B. G. D. BARTLEY, les cacaoyers provenant de ces deux régions sont complètement différents comme on a pu le constater à la suite des prospections du F. S. POWARD et de celles qui ont été effectuées par l'I. C. T. A. en 1952.

La Faculté agricole de l'Université des Antilles possède une collection des autres espèces non commerciales et étudie les relations interspécifiques et les maladies.

3° *Carotte*

Il était admis jusqu'ici d'une façon générale que la Carotte cultivée résulte d'une hybridation qui a eu lieu dans la région méditerranéenne.

Aujourd'hui on a la preuve que l'hybridation n'a pas joué le rôle essentiel dans l'apparition de cette Carotte, mais que le facteur principal a été une mutation suivie d'une sélection.

La Carotte à anthocyane violet s'est probablement propagée de l'Afghanistan dans une partie du bassin méditerranéen au cours des dixième, onzième et douzième siècles. Elle a gagné l'Europe occidentale au cours des quatorzième et quinzième siècles, et le Japon au dix-septième. Quant à la Carotte blanche et à la Carotte rouge, ce sont probablement des mutations de la Carotte jaune. Les premiers types orange ont été sélectionnés aux Pays-Bas au XVII[e] siècle.

4° *Hévéa*

On a souvent rappelé l'origine de tous les Hévéas cultivés dans le sud-est asiatique : ils proviennent d'une vingtaine de graines introduites du Brésil vers la fin du siècle dernier.

Actuellement on note un manque de résistance des types commerciaux au Leaf blight qui sévit en Amérique du Sud.

Il faut découvrir des types à la fois résistants et productifs et dans ce but un certain nombre de techniques d'échanges ont été envisagées.

5° *Pomme de terre*

Le professeur JUCCI a donné d'intéressantes précisions sur les espèces sauvages du genre *Solanum* voisines de la Pomme de terre. Voici à ce sujet quelques indications tirées de sa communication qui reprend des observations de ROSS.

Dans la formation sèche des buissons épineux, avec moins de 2 à 3 mois humides dans l'année, on rencontre très souvent, associées à des Cactées, un certain nombre d'espèces, telles que *Solanum camarguense, S. famatinae, S. pampasense, S. gourlay, S. leptophyses, S. infundibuliforme.* Ces es-

pèces sont très résistantes à la sécheresse. Dans des régions plus élevées, entre 3 000 et 4 300 mètres, ce sont les espèces résistantes au froid que l'on rencontre, telles que *S. acaule, S. chacoense, S. magistracrolobum, S. moscopanum.* Dans les forêts montagneuses, à la fois humides et chaudes, forêts tropicales du Pérou et de la Bolivie, constamment feuillues, forêts subtropicales de l'Argentine, vertes seulement pendant la saison des pluies, on trouve des espèces résistantes au *Phytophtora* : *S. rockefelleriae, S. urumbabae, S. violaceimarmoratum, S. vernei.*

Les gènes d'hypersensibilité sont particulièrement abondants au Mexique, de telle sorte que REDDICK en 1928 y a situé l'origine du *Phytophtora.*

HAWKES, bon botaniste écologiste, pense que les représentants les plus anciens de la section *Tuberaria* du genre *Solanum* sont des espèces mexicaines.

Les espèces sud-américaines de cette section (*tuberosa, commersoniana, acaulia, demissa*) doivent s'être différenciées assez récemment, pas avant l'Éocène.

En conséquence, la distribution des gènes de résistance à des agents pathogènes donnés est étroitement liée à celle des pathogènes eux-mêmes.

Il n'est pas facile de relier cette distribution à des facteurs écologiques, à moins que ces facteurs, comme l'humidité pour les Rouilles, conditionnent les possibilités d'attaque de la plante hôte par les parasites.

Au Mexique et aux États-Unis d'une part et dans les plaines d'Argentine d'autre part, régions caractérisées par de faibles précipitations et une haute température, il n'est pas surprenant que la sélection naturelle ait favorisé la présence de gènes conférant la résistance aux insectes et notamment à ceux qui transmettent le virus.

Dans les régions plus humides, la présence de tels gènes n'est pas imposée par la sélection naturelle.

6° *Ricin*

On estime généralement que le Ricin (*Ricinus communis*) a pour centre primaire d'origine l'Afrique orientale. C'est une espèce tropicale vivace. Cependant l'époque de floraison est très variable suivant les types ; certains types nains précoces donnent même des graines pendant toute la période exempte de gel dans la zone tempérée et deviennent ainsi annuels. Les Ricins de haute taille ont des fruits déhiscents, permettant à leur graine une large dispersion. L'indéhiscence des types annuels est déterminée par deux gènes récessifs.

La culture du Ricin est ancienne et cependant il y a interfertilité entre les types sauvages et les types cultivés, à l'exception d'un cas d'incompatibilité déterminée par l'intervention d'un gène récessif et du cytoplasme. La culture a recherché les types indéhiscents dont la récolte est plus facile et peut être mécanisée.

III. — CONCLUSION

L'intérêt de la Conférence de Rome ne s'est pas limité aux communications présentées et dont nous venons de donner quelques aperçus. Des discussions très fructueuses ont porté sur l'ébauche d'une coopération internationale pour l'échange des plantes utiles.

Reçu pour publication en juillet 1962.

Ann. Amélior. Plantes, 1962, **12** (4), 329-356

LE CATALOGUE DES ESPÈCES POTAGÈRES APRÈS LA PARUTION DU DÉCRET DU 22 JANVIER 1960

H. BANNEROT

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise)

Le décret du 16 novembre 1932, instituant un catalogue des espèces et variétés de plantes cultivées en France, a été remplacé par celui du 22 janvier 1960.

En ce qui concerne l'ensemble des espèces, les seules nouveautés importantes sont constituées par la remise en question périodique des inscriptions et l'importance accrue attachée aux qualités culturales et technologiques.

I. La rubrique spéciale

En attendant que les arrêtés d'application du nouveau décret aient été définis par les sections, les dernières éditions homologuées des différents catalogues étaient devenues des « rubriques spéciales ». Dans le cas des espèces potagères, cette rubrique spéciale était constituée par l'édition du 1er janvier 1959, augmentée des variétés inscrites depuis cette date.

A partir de 1952, année d'ouverture des premières listes du catalogue des espèces potagères, un grand nombre de vieilles variétés sans origine connue avaient pris place sur les listes.

Vouer l'ensemble de ces variétés à l'extinction eût été une erreur, car un grand nombre d'entre elles, en dépit des progrès apportés par la sélection, n'ont pu être supplantées et font l'objet d'un commerce important.

Le cas de ces variétés a été examiné en détail par une commission désignée par la section. Cette commission a établi une liste de variétés considérées comme ayant un avenir limité, destinées à rester sur la rubrique spéciale et une liste de variétés destinées à passer sur le catalogue officiel.

Ces listes ont alors été diffusées pour enquête auprès de l'ensemble des producteurs grainiers.

Après examen des réponses de la profession, la section a arrêté définitivement la rubrique spéciale et décidé que celle-ci serait maintenue jusqu'en 1966 pour les espèces annuelles et jusqu'en 1969 pour les espèces bisannuelles. (Arrêté du 30-1-61, paru au J. O. du 7-2-61.)

La présente édition comprend le catalogue officiel et cette rubrique spéciale résiduelle.

II. La révision périodique

Il est prévu que dix ans après l'inscription d'une variété, l'obtenteur ou son représentant accrédité devra déposer une demande de renouvellement d'inscription.

Si aucune demande de renouvellement n'est déposée, la variété sera rayée du catalogue.

Le cas des variétés anciennes, sans obtenteurs reconnus, sera réglé directement par la section.

III. Les modalités d'inscription au catalogue

A) *Les nouveautés*

Les conditions à remplir pour une inscription sont définies par l'arrêté du 23 mars 1962 (paru au J. O. du 12 avril 1962).

Tous renseignements à ce sujet peuvent être obtenus à l'adresse suivante :

« Section Plantes Potagères » — Comité technique permanent de la Sélection — C. N. R. A. — Rte de Saint-Cyr — Versailles (Seine-et-Oise).

Contrairement à ce qui se passe dans d'autres sections, les protocoles d'essais ne prévoient pas, pour le moment, de jugement de valeur, mais la tendance doit être à l'instaurer peu à peu. L'inscription au catalogue n'est donc pas actuellement une garantie du mérite de la variété, mais simplement la preuve que l'existence et l'originalité de la variété ont été vérifiées.

L'expérimentation, assurée par les Stations d'Amélioration des Plantes de Versailles et de Montfavet, porte sur deux années au moins. Elle est destinée à vérifier la nouveauté et l'homogénéité.

Une commission d'experts désignés par la section (lors de la réunion du 31 août 1961) visite les essais et apprécie les deux caractéristiques précédentes.

Les variétés présentées appartenant à une espèce allogame sont jugées par comparaison avec des témoins indiqués par l'obtenteur ou choisis par les experts.

Les variétés appartenant à une espèce autogame doivent être fixées, c'est-à-dire pratiquement à l'état homozygote. Cette fixité est appréciée par comparaison :

— en première année entre lignées et mélange fournis par l'obtenteur ;

— en seconde année entre descendants des lignées, descendants du mélange et mélange original.

La section, en possession du rapport des experts, est alors en mesure de proposer au Ministre l'inscription, le refus ou l'ajournement des variétés.

B) *Les variétés anciennes*

Les variétés figurant à l'édition de 1959 qui n'ont pas été placées en rubrique spéciale, ont été admises au catalogue officiel (voir par. 1).

IV. Présentation du catalogue. Observations sur son emploi

En principe, il y a une liste par espèce. Néanmoins, des groupes traditionnellement séparés par les professionnels ont fait l'objet de listes distinctes. Par exemple : Choux cabus, Choux de Milan et Choux rouges forment trois listes séparées.

Dans certains cas, la liste a été subdivisée pour en faciliter l'utilisation.

A) *Ordre des variétés*

Les dénominations de variétés sont placées dans l'ordre alphabétique. Dans les cas de synonymie, la liste des synonymes n'est donnée qu'une seule fois à la suite du synonyme principal venant en tête dans l'ordre alphabétique.

En cas de notoriété exceptionnelle d'un des synonymes principaux, c'est alors celui-ci qui est choisi comme tête de liste.

B) *Synonymie*

Une présentation typographique mixte majuscules-minuscules a permis d'éviter dans certains cas la répétition fastidieuse de synonymes reprenant le même motif de base.

Cette présentation ne laisse en majuscules que la partie à mentionner obligatoirement. Par exemple, dans la liste des carottes, subdivision carottes potagères rouges, on trouve : Demi-courte obtuse de GUÉRANDE. Ceci signifie que seule est obligatoire sur étiquettes, catalogues ou factures la mention GUÉRANDE.

Toute liberté est laissée pour l'emploi des autres constituants de la dénomination figurés en minuscules ; on pourra par exemple écrire : Carotte potagère demi-courte de GUÉRANDE ou Carotte rouge obtuse de GUÉRANDE, etc.

Dans le cas où il existe plusieurs synonymes figurant en majuscules (synonymie parfaite) on pourra les utiliser indifféremment.

Par contre, les synonymes figurant en minuscules ne peuvent être utilisés que précédés de la ou d'une des dénominations principales. Par exemple, dans les haricots à rames, la dénomination : Saint-Philibert ne pourra être utilisée que précédée de la mention COLONEL ou PRÉSIDENT ROOSEVELT.

C) *Races*

On ne peut faire suivre une dénomination variétale de la mention race... que pour les espèces suivantes :

Betteraves potagères, Carottes, Chicorées, Choux, Navets, Oignons, Persils, Poireaux, Poirées, Radis.

La libre utilisation d'appellations de races est subordonnée aux conditions suivantes :

— Ces appellations doivent obligatoirement être précédées de la mention : race.

— Ce qui est offert sous qualificatif accessoire doit répondre au type variétal inscrit au catalogue.

— Les appellations accessoires de races ne doivent pas prêter à confusion, ce qui serait le cas, par exemple, du qualificatif « race améliorée ».

Catalogue des variétés d'Aubergines cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
RONDE DE VALENCE		1956
Violette de BARBENTANE		—
Violette de TOULOUSE		—
Violette LONGUE		—
Violette LONGUE D'AVIGNON		—
Violette LONGUE HATIVE		—
Violette MONSTRUEUSE DE NEW YORK		—
Violette RONDE		—
ZEBRINA		—

Catalogue des variétés de Betteraves potagères rouges cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
CRAPAUDINE		1952
CYLINDER SPANGSBJERG	Station Esbjerg	1961
DETROIT améliorée (de) : GLOBE : NOIRE RONDE HATIVE		1952
Noire d'ÉGYPTE		—
Noire LONGUE DES VERTUS		—
Noire PLATE D'ÉGYPTE		—
PIRIFORME DE STRASBOURG		—

Catalogue des variétés de Carottes cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
1° *Carottes potagères rouges*		
A FORCER PARISIENNE		1952
AMSTERDAM A FORCER (d')		—
AMSTERDAM DE PLEINE TERRE (d')		—
COLMAR (de) : FLAKKEE (de)		—
COURTE AMÉLIORÉE A FORCER : SAINT-FIACRE (de)		—
Courte hâtive BELLOT		—
Courte hâtive de HOLLANDE		—
DAVANTURE		—
Demi-courte obtuse de GUÉRANDE		—
Demi-longue de CARENTAN		—
Demi-longue de CHANTENAY		—
Demi-longue de CHANTENAY A CŒUR ROUGE		—
Demi-longue de CROISSY		—
Demi-longue de LUC		—
Demi-longue de MANINET	Tézier	1959
Demi-longue de VERTOU	Clause	1952
Demi-longue GILADEAU	Giladeau	1959
Demi-longue LA PRODUCTIVE	Giladeau	1959
Demi-longue NANTAISE		1952
Demi-longue NANTAISE A FORCER	Clause	—
Demi-longue NANTAISE AMÉLIORÉE		—
FRIANDISE	Vilmorin	—
FRISE (de) : Longue de BERLICUM		—
GÉANTE DE MILLY : TILQUES (de) : Longue lisse de MEAUX A PÉTIOLES VIOLETS	Godineau	—
GRELOT : TRÈS COURTE A CHASSIS		—
GROSSE NORMANDE	Clause	—
HALLE (de la)		—
IDÉALE		—
LA MERVEILLE	Vilmorin	1954
Longue de SAINT VALÉRY		1952
Longue lisse de MEAUX		—
MONTESSON (de)		—
MUSCADE		—
PALAISEAU (de)	Vilmorin	—
PRIMEROUGE	Vilmorin	—
REINE DES CHASSIS	Clause	—
RUSTICA	Clause	1959
SUPERNANTAISE A CHASSIS	Fiquet	—
TOUCHON		—
TOUSSY	Clause	1960
2° *Carottes fourragères*		
BLANCHE A COLLET VERT HORS TERRE		1952
BLANCHE A COLLET VERT TRÈS HORS TERRE		—
BLANCHE AMÉLIORÉE D'ORTHE		—
BLANCHE DE LA MEILLERAYE		—
BLANCHE demi-longue DES VOSGES		—
JAUNE DE LOBBERICH		—
JAUNE obtuse DU DOUBS		—
JAUNE ORANGE A COLLET VERT		—

Catalogue des variétés de Chicorées frisées et scaroles cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
1° *Chicorées frisées*		
ÉTÉ A CŒUR JAUNE (d') : ST-LAURENT (de)		
ÉTÉ PREMIÈRE (d')		1952
FINE DE LOUVIERS		—
FINE DE ROUEN : FINE D'ÉTÉ D'ANJOU : Frisée d'Italie, type d'Anjou		—
FINE D'ÉTÉ PARISIENNE : Frisée d'Italie, type parisien		—
GLOIRE DE L'EXPOSITION : TRÈS FINE MARAICHÈRE		—
GROSSE PANCALIÈRE		—
GROSSE POMMANT SEULE	Hamonet	1954
HIVER DE PROVENCE (d') : hiver de Saragna (d')		1952
MEAUX (de)		—
MERVEILLE DU VERDET D'HIVER	Caillard et Quris	—
NAMUR (de)		—
OLIVET (d') : TOURS (de)		—
REINE D'HIVER		—
RUFFEC (de)		—
TOUJOURS BLANCHE : Frisée Endivette		—
Très fine de GUILLANDE		—
WALLONNE		—
2° *Chicorées scaroles*		
ARGENTÉE MIRABEL	Mirabel	1960
BATAVIA AMÉLIORÉE : BATAVIA MARAICHÈRE		1952
BLONDE à feuille de laitue		—
BLONDE A CŒUR PLEIN : DORÉE A CŒUR PLEIN		—
CORNET D'ANJOU		—
CORNET DE BORDEAUX		—
GÉANTE MARAICHÈRE		—
GROSSE BOUCLÉE		—
HIVER DU VAR (d')		—
LARGE REGINA		—
RONDE VERTE A CŒUR PLEIN		—

Catalogue des variétés de Chicorées sauvages cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
Améliorée BLONDE		1952
Améliorée DORÉE	Tézier	—
Améliorée PAIN DE SUCRE		—
Améliorée VERTE		—
AMÈRE : Barbe de Capucin		—
ROUGE DE TRÉVISE		—

Catalogue des variétés de Choux Cabus cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
ACRE D'OR : GOLDEN ACRE		1955
AMAGER à pied court		1954
BACALAN DE RENNES : EXTRA-HATIF DE RENNES		—
BACALAN HATIF : SAINT-BRIEUC HATIF (de)		—
BACALAN GROS : SAINT-BRIEUC TARDIF (de)		—
BONNEUIL (de) : SAINT-DENIS (de)		—
BOSTON (de) : BRUNSWICK (de)		—
CLAUSE PREMIER		—
CŒUR DE BŒUF DE JERSEY		—
CŒUR DE BŒUF DES VERTUS : CŒUR DE BŒUF MOYEN DE LA HALLE		—
CŒUR DE BŒUF GROS		—
CŒUR DE BŒUF PETIT		—
DAX (de)		—
EXPRESS		—
Gloire d'ENKHUIZEN		—
HABAS (de)		—
HOLLANDE à pied court (de), avec indication de la précocité		—
MARCHÉ DE COPENHAGUE		—
NANTAIS GROS		—
NANTAIS HATIF : Nantais Colas		—
NANTAIS POINTU : NANTAIS TRÈS HATIF		—
NOEL (de)		—
POINTU DE CHATEAURENARD		—
POMMÉ PLAT DE PARIS		—
PRÉCOCE A GROSSE POMME		—
PRÉCOCE DE LOUVIERS : TRÉS HATIF DE LOUVIERS		—
PRÉCOCE DE MILLY	Godineau	—
PRÉCOCE DES MARCHÉS		—
PRÉCOCE DE TOURLAVILLE		—
QUINTAL D'ALSACE : QUINTAL DE STRASBOURG		—
QUINTAL D'AUVERGNE		—
SCHWEINFURT (de) : TRÈS GROS DE LORRAINE		—
SUPERFIN DE CALAIS	Péchaud	1959
TRÈS HATIF D'ÉTAMPES		1954
VAUGIRARD d'hiver (de)		—
WINNIGSTADT (de)		—

Catalogue des variétés de Choux de Milan cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
ADVENT de Bonn		1956
CŒUR DE BŒUF FRISÉ		—
COURT HATIF MARCELLIN		—
CRESSONNIER		—
DIEPPE (de) : ULM (d') : Le Favori : Le Préféré		—
DUR DE RUSSIE		—
FRUHKOPF G. Z. G. MARNE	G. Z. G. Marne	1960

Catalogue des variétés de Choux de Milan cultivées en France *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
GROS DES VERTUS		1956
Hâtif d'AUBERVILLIERS		—
LORIENT (de)		—
NORVÈGE (de)		—
PANCALIER DE TOURAINE		—
PLAINPALAIS		—
Plus hâtif DU VERDET (le)		—
POINTU D'HIVER : POINTU PERCE NEIGE		—
PONTOISE (de)		—
ROI DE L'HIVER		—
ROSETTE DE CAMBRAI		—
TARDIF DE MARS		—
TARDIF DES MARAICHERS		—
TÊTE DE FER		—
Très hâtif DE LA SAINT-JEAN		—

Catalogue des variétés de Choux rouges cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
ROUGE DE LANGENDIJK		1954
ROUGE FONCÉ D'ERFURT : ROUGE FONCÉ HATIF		—
ROUGE GROS		—
ROUGE TÊTE DE NÈGRE		—
ROUGE ZÉNITH		—

Catalogue des variétés de Concombres de pleine terre et Cornichons cultivées en France

La dénomination variétale est suivie de l'indication des caractères du fruit :

(pn) = poils noirs — (pb) = poils blancs — (en) = épines noires — (eb) = épines blanches.

Le catalogue des variétés de concombres et cornichons ne concerne provisoirement que les variétés fixées et non les variétés hybrides, la commercialisation de ces dernières est néanmoins possible sous les conditions suivantes :

1°) — Le qualificatif « hybride » doit accompagner la dénomination variétale.
2°) — La variété hybride doit présenter les caractéristiques suivantes :
— État hybride
— Homogénéité

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
A forcer BLANC GÉANT DE HOLLANDE (eb)		1958
A forcer de NOA (eb)		—
A forcer ORION (eb)		—
A forcer vert long de CRÉTEIL (eb) : VERT LONG GLOIRE DE PARIS FIQUET (eb)		—

Catalogue des variétés de Concombres de pleine terre et Cornichons cultivées en France *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première intcription
A forcer long vert DU CHESNAY-G. TRUFFAUT (eb)		1958
A forcer VERT LONG SPÉCIAL (eb)		—
Amélioré de BOURBONNE (pn, en)		—
BLANC HATIF (pb, eb)		—
BLANC LONG PARISIEN (eb)		—
Blanc très gros de BONNEUIL (pb)		—
Demi-long DÉLICATESSE (pb)		—
DEMI-LONG RESTANT VERT (eb)		—
Demi-long vert BLACK DIAMOND (eb)		—
DEMI-LONG TÉZIER : VERT ORDINAIRE		—
FIN DE MEAUX (en)		—
GÉANT DE PLEINE TERRE (eb)		—
GÉANT DE SELESTAT (en)		—
Hâtif de SAINT-MARTIN (eb)		—
JAUNE DE HOLLANDE (en) : JAUNE GÉANT MARAICHER (en)		—
LE GÉNÉREUX (eb)		—
MARKETER (eb)		—
RUSSIE (de) (pn) : Murom		—
TOULOUSE (de) (en)		—
Vert de MASSY (pn)		—
Vert DEMI-LONG AMÉLIORÉ (en)		—
VERT de MONTHLÉRY (pn) : VERT LONG DE PARIS (pn)		—
Vert LONG ALLEMAND (pn) : Vert long SERPENT ALLEMAND (pn) : Vert long prolifique		—
Vert LONG ANGLAIS épineux (en)		—
Vert LONG DE CHINE (eb) : Vert LONG RESTANT VERT (eb) : Vert long Torpédo		—
VERT LONG MARAÎCHER (pn)		—
Vert long PRODUCTIF (en) : Vert long maraîcher épineux		—
Vert long ROLLISSON'S TELEGRAPH (eb)		—
VERT PETIT DE PARIS (en) : National		—
VORGEBIRG (de) (pn)		—

Catalogue des variétés de Haricots nains cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
1° *Beurres sans fil.*		
BLANC IDÉAL SANS FIL : BLANC VATEL : Davis stringless wax		1952
CRAYON : POULINAT (du) : Pencil pod black-wax		—
DORÉ		—
KINGHORN		1955
MORIONVILLE (de)	Simon Louis	1952
NAIN DU MONT D'OR		—
PETIT BEURRE TÉZIER	Tézier	1961
PUREGOLD		1952
ROCQUENCOURT (de)		—

CATALOGUE DES VARIÉTÉS DE HARICOTS NAINS CULTIVÉES EN FRANCE *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
ROI DES BEURRES		1952
SAINT-ESPRIT : PARADIS (du) : Brittle wax		—
SAXAGOLD	Schreiber	1954
SURECROP		1952
TÉZIER D'OR	Tézier	1961
2° *Beurres avec fil*		
AIGUILLE : AIGUILLETTE		1952
ALGER NOIR NAIN		—
Noir MERVEILLE DU MARCHÉ		—
RAPIDE		—
SANS RIVAL		—
3° *Mangetouts à gousses vertes* (sans fil, sans parchemin ou peu parcheminés)		
CONSERVA		1952
CONTENDER		1954
DU BUA : ROI DES MARCHÉS : LE MARAICHER		1952
ENFANT DE MONT CALME		—
ERMITAGE SANS FIL : Valentine noir sans fil : Black Valentine Stringless		—
FAVORIT	Van Waveren	1959
FIN DES FINS		1952
GILADEAU	Giladeau	—
GLOIRE D'AUBAGNE — VILMORIN	Vilmorin	1954
IDAHO REFUGEE : MERVEILLE D'OCTOBRE		1952
LAUX DOMINA	Laux	1957
LA VICTOIRE — TÉZIER	Tézier	1952
MARCHÉ DE GENÈVE		—
MERVEILLE DES HALLES : TRÉSOR DES JARDINS		—
NOUVEL ERMITAGE : Valentine noir sans fil à cosse ronde : Black Valentine Stringless round pod		—
PALADIN BLANC		—
PHÉNIX		—
PLEIN LE PANIER : Gloire de Saint-Étienne : Fillbasket : Full Measure		—
PRÉLUDE	Sluis frères	1961
PRINCESSE NAIN A PETIT GRAIN sans fil : Princesse nain Perfection		—
PRINCESSE NAIN DOUBLE DE HOLLANDE sans fil		—
PROCESSOR	Ferry Morse	1959
SAXA		1952
SPERLING'S STELLA	Sperling	1959
STIM	Blondeau	1956
SUPERGREEN : SUPERVERT		1952
SUPERVIOLET CLAIR		1960
SUPERVIOLET FONCÉ		—
TENDERGREEN : Tendrevert : de Paris sans fil		1952
TENDERLONG		1956
TOP-CROP		1955
4° *Demi-mangetouts cocos.*		
COCO A LA CRÈME : COCO PAIMPOLAIS		1954
COCO BLANC GAUTIER	Gautier	1960
COCO DE PRAGUE marbré NAIN		1952

Catalogue des variétés de Haricots nains cultivées en France *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
COCO JAUNE DE LA CHINE		1952
COCO JAUNE DU CANADA		—
COCO NAIN BLANC : Coco de Vaucluse		—
COCO NAIN BLANC PRÉCOCE : Coco de Carpentras		—
COCO NAIN ROSE D'EYRAGUES		—
COCO NIÇOIS		1954
5° *Nains avec parchemin ou avec fil ou les deux* (à filets verts, à grains frais ou secs)		
ABONDANT : MAIREAU		1952
AIGUILLE VERT		—
BAYARD : EXTRA-HATIF A LONGUE COSSE		—
CABANAIS : LIGNEREUX (de)		—
COMPLET		—
COMTESSE DE CHAMBORD : Riz nain		—
COTE D'AZUR SÈVE	Sève	1956
CRUSSOL - TÉZIER	Tézier	1952
DAUPHIN : LE PRINCE		—
DEUIL FIN PRÉCOCE	Clause	—
DROMOIS - TÉZIER	Tézier	—
FEVETTE DES MARAÎCHERS		—
FIN DE BAGNOLS : Bagnolais		—
FIN DE LINAS		—
FIN DE MONCLAR-VILMORIN	Vilmorin	1957
FIN DE VILLENEUVE-VILMORIN	Vilmorin	1959
FIN FILET	Blondeau	1956
Flageolet BLANC A LONGUE COSSE		—
Flageolet BLANC DU NORD		—
Flageolet CHEVRIER		1952
Flageolet ROI DES VERTS		—
FLAGEOLET ROUGE : ROGNON DE COQ		—
Flageolet TRÈS HATIF D'ÉTAMPES		—
GLOIRE DE SAUMUR - BORET	Boret	1954
GLOIRE DE SAINT-RAMBERT - SÈVE	Sève	—
GRANDA		1952
INCOMPARABLE		—
JAUNE CENT POUR UN		—
LINGOT : SUISSE BLANC		—
MARCELIN		—
MARCHÉ DE SAUMUR - BORET	Boret	1954
MERVEILLE DU FOREZ - SÈVE	Sève	1955
MÉTÉOR DE VAN WAVEREN	Van Wareren	1961
MÉTIS		1952
MÉTIS VICTOR - BORET	—	—
MICHELET A LONGUE COSSE		—
MISTRAL	Vilmorin	1955
NAIN EXTRA-HATIF : Baraquet		1952
NAIN HATIF STANDARD		—
PHENIX CLAUDIA	Clause	—
PRÉCOCE DE SAUMUR-BORET	Boret	1954
PRINCESSE VERT		—
PRODIGE DE COURTRY : du Perreux		1952
REGALFIN-VILMORIN	Vilmorin	1961
ROI DES BELGES		1952
ROI DES HATIFS A COSSE VIOLETTE	Imbach	1954
ROI DES MASSY : TRÈS HATIF DE MASSY		1952

Catalogue des variétés de Haricots nains cultivées en France *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
SABRE NAIN ÉTOILE DU NORD		1952
SABRE NAIN TRÈS HATIF DE HOLLANDE		—
SAINT-ANDRÉ SANS FIL		—
SAINT-ESPRIT A ŒIL ROUGE		—
SOISSONS NAIN GROS PIED		—
SOISSONS NAIN HATIF		—
SOISSONS NAIN VERT		—
SUCCULENT DELBARD	Delbard	1959
SUISSE NAIN BLANC HATIF		1952
SUPERMÉTIS		—
SUPERPRODUCTION-SÈVE	Sève	1955
SURPASSEPHÉNIX		1952
TARDIF DE KERFEUNTEUN	Camut	—
TRIOMPHE DE FARCY		—
VILMORIN VERT	Vilmorin	1955
ZÉNITH	Vilmorin	—

Catalogue des variétés de Haricots a rames cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
1° *Beurres*		
BERNOIS		1954
BLANC COURONNE D'OR		1952
BLANC DE VERSAILLES		—
BLANC ROI DES MANGETOUTS		—
CASCADE		—
DE LA BOHALLE-IMBACH	Imbach	1955
MERVEILLE DE VENISE : OR DU RHIN		1952
MERVEILLE DE VENISE A GRAIN BLANC : RUBAN D'OR A RAMES		1955
MONT D'OR A RAMES (du)		—
MONTFAVET (de)		—
SAINT-FIACRE		—
TORRENT D'OR		—
2° *Mangetouts à gousses vertes ou violettes*		
A COSSE VIOLETTE : Phénomène de Bavière		1952
A COSSE VIOLETTE SANS FIL	Vilmorin	1954
BLANC DE JUILLET A RAMES		1952
COLONEL : PRÉSIDENT ROOSEVELT : de Saint-Philibert		—
COR DES ALPES		—
CROCHU DE VACQUEYRAS		—
KENTUCKY WONDER white seeded : MAINE (du)		—
NOIR DE JUILLET A RAMES		—
PERFECTION BLANC		—
PERFECTION NOIR : POTOMAC		—
PHÉNOMÈNE		—
PRINCESSE A RAMES		—
PRINCESSE A RAMES sans fil TYPE PERLE		—
SAINT-FIACRE A COSSE BLONDE (de)		—

Catalogue des variétés de Haricots a rames cultivées en France *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
SAINT-FIACRE BLANC (de)		1952
SAINT-FIACRE BRUN A COSSE VERTE (de) : VALLÉE (de la)		—
3° *Demi-mangetout cocos*		
COCO BICOLORE DU PAPE		
COCO BLANC A RAMES : Coco Gros Sophie		
COCO DE PRAGUE marbré A RAMES : Coco rose		
COCO SAINT-LAURENT		1955
4° *Parcheminés, à filets ou à écosser*		
FLAGEOLET VERT A RAMES		1956
MICHELET A RAMES		1952
SABRE BLANC A TRÈS LONGUE COSSE		—
SOISSONS GROS BLANC A RAMES		—
SOISSONS VERT A RAMES		—

Catalogue des variétés de Haricots d'Espagne cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
BICOLORE		1952
BLANC		—
BLANC A LONGUE COSSE		—
ROUGE		—
ROUGE A LONGUE COSSE		—

Catalogue des variétés de Laitues cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
1° *Laitues de printemps*		
BLONDE ROLAND (gb)	Sperling	1959
GOTTE A CHASSIS à graine noire		1952
GOTTE A FORCER (gn)	Fiquet	—
GOTTE A GRAINE BLANCHE		—
GOTTE A GRAINE NOIRE		—
GOTTE DE LOOS (gb) : Gotte Beauvais		—
GOTTE JAUNE D'OR (gb) : Gotte dorée		—
GOTTE LENTE A MONTER (gn)		—
GRISES A COUCHES (gn) : NOIRE VERTE	Fiquet	—
PREMICE (gb)	Clause	—
REINE DE MAI à forcer (gb)		—
REINE DE MAI DE PLEINE TERRE (gb)		—
2° *Laitues batavia*		
BEAUJOLAISE (gb)		1952
BLONDE A BORD ROUGE (gb)		—
BLONDE DE PARIS (gb)		—
BLONDE DE SAINT-ÉTIENNE (gb)	Bourget et Sanvoisin	1954
CHOU DE NAPLES (gb)		1952

CATALOGUE DES VARIÉTÉS DE LAITUES CULTIVÉES EN FRANCE *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
DORÉE DE PRINTEMPS (gb)	Clause	1952
FRISÉE DE BEAUREGARD (gn) : REINE DES GLACES		—
GLOIRE DU DAUPHINÉ (gn)	Bourget et Sanvoisin	1955
HIVER CRAQUANTE DE LYON (d') (gb) : VERTE D'HIVER	Rivoire	1954
LA BRILLANTE (gb)		1952
PIERRE BÉNITE (de) (gb)		—
ROUGE GRENOBLOISE (gb)		—
3° *Laitues d'été et d'automne*		
AMIE (gb)	Sluis en Groot	1960
ATTRACTION (gb) : Blonde du CHATELET		1952
BEURRE A GROSSE POMME (gn) : BLONDE DU PRIEURÉ : Stuttgarter Dauerkopf		—
BLONDE DE CHAVIGNE (gb) : BLONDE PIONNET		—
BLONDE DE DOULON (gb) : PATIENCE		—
BLONDE DE LAEKEN (gb) : Laitue Beurre		—
BLONDE DE LA PRÉVALAYE (gn)		—
BLONDE DU CAZARD (gn) : Henri Monville : Wunder von Stuttgart		—
BON JARDINIER (du) (gb) : Rhénania		—
BRUNE PERCHERONNE (gn)		—
GLOIRE DE NANTES (gb) : BLONDE DE LOUHANS : Blanche d'été et d'automne		—
GROSSE BLONDE PARESSEUSE (gb)		—
GROSSE BLONDE TÊTUE (gb) : Gelber Trotzkopf		—
GROSSE BRUNE PARESSEUSE (gn) : Tiquetée de printemps		—
GROSSE BRUNE TÊTUE (gb) : Saint-Jean l'Agneau à graine blanche : Brauner Trotzkopf		—
KAGRANER SOMMER (gn)		1958
KINEMONTEPAS (gn)	Boret	1952
LA CHAUME (gn)		1957
LILLOISE (gn) : Sans rivale à graine noire		1952
MERVEILLE DES QUATRE SAISONS (gn) : Besson		—
MONSTRUEUSE RONDE D'ÉTÉ (gb) : la Bressane		—
PASSE PARTOUT (gn)		—
REINE DE JUIN (gb)	Fiquet	1955
TIENTÊTE (gb)	Hamonet	1952
TOZER'S COBHAM GREEN (gb) : VERTE DE COBHAM-TOZER	Tozer	—
TROCADÉRO A GRAINE BLANCHE (gb) : LORTHOIS		1958 1952
TROCADÉRO a graine noire (gn) : LA PRÉFÉRÉE		— —
VERTE DE PERPIGNAN (gn)	Sales-Sabineu	—
4° *Laitues romaines*		
BALLON (gn)		1952
BLONDE LENTE A MONTER (gn)		—
BLONDE MARAICHÈRE (gb)		1954
CELTUCE (gn)		—
CHICON BATAVIA (gn)		1952
CHICON DES CHARENTES (gn)		—

Catalogue des variétés des Laitues cultivée en France *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
GRISE MARAICHÈRE (gb)		1952
GROSSE BLONDE DE VERSAILLES (gb)		—
POMME EN TERRE (gn)		—
ROUGE D'HIVER (gn)		—
ROYALE (gn) : VERTE D'HIVER		—
VERTE DE PROVENCE (gb)................		—
VERTE MARAICHÈRE (gb)................		—
5° *Laitues et romaines grasses*		
CRAQUERELLE DU MIDI (gb) : Craquante d'Avignon................		—
MADRILÈNE (gn)................		—
SUCRINE (gb)		—
TÊTUE DE NIMES (gn) : Cadière		—
6° *Laitues d'hiver*		
BRUNE D'HIVER (gb) : Passion brune		—
GROSSE BLONDE D'HIVER (gb) : Bourguignonne		—
GROSSE ROUGE D'HIVER-GEORGES TRUFFAUT (gb)	G. Truffaut	1956
Hiver de SELESTAT (d') (gb)		1952
Hiver de TRÉMONT (d') (gb) : PASSION ROSÉE.		—
Hiver de VERRIÈRES (d') (gb)	Vilmorin	1960
MERVEILLE D'HIVER (gb) : Mai Wunder		1952
PASSION BLANCHE A GRAINE NOIRE...........		—
PASSION BLONDE A GRAINE BLANCHE..........		—
PASSION VERTE D'HIVER de Chateaurenard (gb).		—
ROUGE A POMME DURE D'HIVER (gb)		—
ROUGE D'HIVER GODEFROY (gb)		1957
ROUGETTE DE MONTPELLIER (gn) : ROUGETTE DU MIDI A GRAINE NOIRE................		1952
VAL D'ORGE (gb)................	Clause	1958
7° *Laitues à couper*		
A COUPER FEUILLE DE CHENE BLONDE A GRAINE NOIRE		1952
BLONDE A COUPER AMÉLIORÉE (gb)		—
FRISÉE D'AMÉRIQUE (gb)................		—

Catalogue des variétés de Mâche cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
A GROSSE GRAINE		1952
COQUILLE BLONDE		—
COQUILLE DE LOUVIERS................		—
ITALIE (d') : RÉGENCE		—
ITALIE A FEUILLE DE LAITUE (d')		—
RONDE MARAICHÈRE		—
VERTE A CŒUR PLEIN		—
VERTE DE CAMBRAI	Pucel	1954
VERTE DE LOUVIERS		1952
VERTE DE ROUEN		—
VERTE D'ÉTAMPES................		—

Catalogue des variétés de Navets cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
1° *Navets potagers*		
A FORCER DEMI-LONG BLANC		1956
A FORCER NANTAIS		—
BLANC DES HALLES		—
BLANC DUR D'HIVER		—
BLANC GLOBE A COLLET VIOLET		—
BLANC PLAT HATIF		—
BLANC PLAT HATIF A FEUILLE ENTIÈRE		—
BLANC ROND DE JERSEY : Rond boule de neige		—
CHAMPIGNY (de)		—
DEMI LONG BLANC EXTRA-HATIF		—
Demi-long DE CROISSY : Précoce DE CROISSY		—
FLINS (de) : VIARMES (de)		—
GLOBE DE VEITCH		—
JAUNE BOULE D'OR		—
LONG DE MEAUX		—
MARTEAU A COLLET ROUGE		—
MARTEAU A COUCHES		—
MILAN A FORCER COLLET ROSE (de) : MILAN rouge EXTRA-HATIF A CHASSIS (de)		—
MILAN BLANC (de)		—
MILAN ROUGE (de)		—
MONTESSON (de) : PERONNE (de) : Demi-long de Cambrai		—
NANCY (de)		—
NOIR LONG		—
NOIR LONG DE CALLUIRE		—
NOIR ROND		—
Rave D'AUVERGNE HATIVE		—
ROBUSTA	Van der Ploeg	1960
ROND DES VERTUS : Rond blanc de Croissy		1956
ROUGE PLAT HATIF		—
ROUGE PLAT HATIF A FEUILLE ENTIÈRE		—
Vertus MARTEAU (des)		—
2° *Navets fourragers*		
BORTFELDER : JAUNE DE TOURAINE : JAUNE LONG DANOIS		—
GRIS DE CHOLET		—
Gros LONG D'ALSACE		—
JAUNE TANKARD : RAVE GÉANTE D'ANJOU A COLLET VERT		—
LONG DU PALATINAT : ROSE DE VERDUN		—
NORFOLK A COLLET ROUGE		—
NORFOLK A COLLET VERT		—
NORFOLK BLANC		—
RAVE CREUSOISE : RAVE DE TREIGNAC		—
Rave d'AUVERGNE TARDIVE à collet rouge		—
RAVE DU LIMOUSIN		—
TURNEP A COLLET VERT		—

Catalogue des variétés d'Oignons cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
1° *Oignons blancs*		
Extra-hâtif de BARLETTA		1952
Extra-hâtif de MALAKOFF		
EXTRA-HATIF PARISIEN		
GROS : Blanc de Lisbonne		
GROS PLAT D'ITALIE		
Hâtif de NOCERA		—
HATIF DE PARIS		
Hâtif de VALENCE		
MAI (de)		1954
Merveille de POMPEI		1952
PREMIER		—
PRINTANIER PARISIEN-VILMORIN	Vilmorin	—
Très hâtif de LA REINE		—
Très hâtif de VAUGIRARD		—
2° *Oignons jaunes*		
DUR DE TRUFFAUT	Truffaut	1952
ESPAGNOL : Valencia		—
EXTRA-HATIF TÉZIER	Tézier	—
GÉANT D'ESPAGNE		—
GÉANT DE ZITTAU		—
LESCURE (de)		—
LIMOGES (de)		—
MANINET (de) : CUIVRE DE MILAN		—
MAZE (de)		—
MAZÈRES (de) : de Toulouse		—
MOISSAC (de) : de Saint-Michel		—
MULHOUSE — TYPE AUXONNE (de)		—
MULHOUSE — TYPE SELESTAT (de)		—
PAILLE DES VERTUS		—
PIRIFORME HATIF		—
VALENCIANA TEMPRANA : VALENCE HATIF (de)		1957
3° *Oignons roses et rouges*		
BONNE GARDE (de) : LARGE DE METZ		1952
BRUNSWICK (de)		—
FONCE des Ardennes		—
GÉANT DE ROCCA		—
GROS PLAT D'ITALIE		—
Pâle de HUY		—
Pâle de NIORT		—
Rond de TOULOUSE		—
VIF D'AOUT		—
ZITTAU (de)		—

Catalogue des variétés de Persils cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
A GROSSE RACINE GROS HATIF		1952
A GROSSE RACINE LONG TARDIF		—
BIJOU		—
COMMUN : Simple		—
FRISÉ : Double		—
FRISÉ VERT FONCÉ		—
NAIN FRISÉ MOUSSE		—
NAIN TRÈS FRISÉ		—
ONDULATION	Godineau	—
PARAMOUNT		—

Catalogue des variétés de Piments cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
CARRÉ DOUX D'AMÉRIQUE : GROS CARRÉ DOUX		1956
CARRÉ DOUX EXTRA-HATIF : PETIT CARRÉ DOUX		—
CAYENNE (de)		—
CERISE		—
CHILI (du)		—
DOUX AURORE		—
DOUX D'ALGER		—
DOUX D'ESPAGNE		—
DOUX LONG DES LANDES		—
GÉANT DE CHINE : MUSEAU DE VEAU		—
MARCONI		—
PIQUANT D'ALGÉRIE		1958
ROUGE LONG ORDINAIRE		1956
RUBY KING		—

Catalogue des variétés de Poireaux cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
AUXONNE (d')		1958
BLEU DE SOLAISE		1952
GÉANT AMÉLIORÉ DE SAULX	Péchaud	—
GÉANT DE PROVENCE-TÉZIER	Tézier	—
GÉANT DE VERRIÈRES		—
GÉANT D'HIVER-TÉZIER	Tézier	—
GÉANT PRÉCOCE		—
GENNEVILLIERS (de)		—
GROS LONG D'ÉTÉ : GROS LONG DU MIDI		—
HIVER DE SAINT-VICTOR (d')	Bourget et Sanvoisin	1954
JAUNE gros DU POITOU		1952
LIÈGE (de)		—

Catalogue des variétés de Poireaux cultivées en France *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
Long de MÉZIÈRES : Boret		1952
Long de NICE		—
Long GÉANT DU VERDET	Caillard et Quris	1955
Monstrueux de CARENTAN		1952
Monstrueux d'ELBEUF		—
PERPIGNAN-VILMORIN (de)	Vilmorin	1958
PREMIER	Caillard et Quris	1954
Très gros de ROUEN		1952
TRÈS LONG DE SERBIE : BULGARIE (de)		—
TRÈS LONG D'HIVER DE PARIS		—

Catalogue des variétés de Poirées, Bettes ou Cardes cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
BLONDE A CARDE BLANCHE		1952
BLONDE A COUPER : Jaune d'Or de Cambrai		—
BLONDE COMMUNE		—
BLONDE FRISÉE LUCULLUS à carde blanche		—
VERTE A CARDE BLANCHE		—
VERTE A COUPER		—
VERTE FRISÉE A CARDE BLANCHE : SUISSE		—

Catalogue des variétés de Pois cultivées en France

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
1° *Poids ronds*		
ALSACIEN (gj) : TRIOMPHE DE ROISSY		1952
ANNOVERT SIMON LOUIS (gv)	Simon Louis	1958
BASILE-CLAUSE (gv)	Clause	1956
CARACTACUS (gj)		1952
CENTVERT-SIMON LOUIS (gv)	Simon Louis	1959
CHEMIN LONG (DU) (gj) : Pois n° 4	Tézier	1952
CLAMART TROIS GOUSSES (gj)		—
CLAUSE 50 (gv)	Clause	—
CLAUSELAN (gj)	Clause	1961
CLAUSERVA (gj)	Clause	1952
DOUCE PROVENCE-TÉZIER (gv)	Tézier	—
ÉMIR (gv) : Express à longue cosse vert		—
ESPOIR DE GEMBLOUX (gv)	Inst. de Gembloux	1958
EXPRESS ALASKA (gv)		1952
EXPRESS A LONGUE COSSE (gv) : Bountiful : le Généreux		—
FIN DES GOURMETS -TÉZIER (gv)	Tézier	—
FIRSTCOVERT (gv)	Blondeau	1956
FLANDREXQUIS (gj)	Blondeau	1954
GLADIATEUR (gv)		1952
GLOIRE DE LA CORRÈZE (gj)		—

CATALOGUE DES VARIÉTÉS DE POIS CULTIVÉES EN FRANCE *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
GLOIRE DE QUIMPER-TÉZIER (gv)	Tézier	1952
GULLIVERT-VILMORIN (gv)	Vilmorin	1956
JOSERVA (gv)	Prof. Dumon	1961
MERVEILLE DES CONSERVES-SIMON LOUIS (gv)	Simon Louis	1952
MICHAUX DE PARIS (gj) : Pois de Sainte Catherine		—
NAIN EXTRA-HATIF A CHASSIS (gj)		—
NAIN TRÈS HATIF D'ANNONAY (gj)		—
NORCOVERT (gv)	Blondeau	1954
OBERON (gv)	Clause	1960
ONSA (gv)	Terra	1956
ORESTE-CLAUSE (gv)	Clause	1958
PETIT BRETON-SIMON LOUIS (gv)	Simon Louis	1952
PETIT PROVENCAL (gv)		—
PLEIN LE PANIER (gv) : Fillbasket		—
PRIMCOVERT (gv)	Blondeau	1954
PROFUSION (gv) : VEDETTE : ZEINER'S GRUNE BASTARD		1952
QUARANTE-DEUX DE SARCELLES (gj) : Chantenay (de)		—
QUARANTE-DEUX DE SARCELLES AMÉLIORÉ (gj)		—
RAFALE (gj)	Clause	1954
ROI DES CONSERVES (gv)		1952
ROI DES FINS VERT-TÉZIER (gv)	Tézier	—
RONDO (gv)		—
SAVEURFINE (gj)		1955
SAXA (gj)		1952
SERPETTE AMÉLIORÉ (gj)		—
SERPETTE D'AUVERGNE (gj)		—
SERPETTE GUILLOTEAUX (gj) : MERVEILLE D'ÉTAMPES		—
SERPETTE NAIN CENT POUR UN (gj)		—
SERPETTE VERT A RAMES (gv)		—
SIMVERT-SIMON LOUIS (gv)	Simon Louis	1959
STARCOVERT (gv)	Blondeau	1957
STARNAIN (gv)	Blondeau	1959
SUPCOVERT (gv)	Blondeau	1954
SUPERBE DE LAXTON (gv)		1952
SURPRODUCTION-TÉZIER (gj)	Tézier	—
TÉZIERPRIME (gv)	Tézier	1960
TRIOMPHE DE MANINET-TEZIER (gj)	Tézier	1952
TRIOMPHE DES CONSERVES (gv)		—
VICTORIA MARROW (gj) : Victoria		—
VOLONTAIRE-CLAUSE (gv)	Clause	—
2° *Pois ridés*		
ALDERMAN (gv) : ROI DES HALLES : Amiral Dewey		1952
ARKEL (gv)	Clause	1960
BRILLANT (gv)	Van Waveren et de Brés	1955
CENSEUR-CLAUSE (gv)	Clause	1952
CENTURION-CLAUSE (gj)	Clause	—
DÉLICE DES CONSERVES-TÉZIER (gv)	Tézier	—
DÉLICIEUX (LE) (gv)		—
DIAMANT (gj)	Haubner	1956
DRUSUS-CLAUSE (gv)	Clause	—

Catalogue des variétés de Pois cultivées en France *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
DUC D'ALBANY A FEUILLAGE BLOND (gv)		1952
ÉTOILE : STERN (gv)	Van Waveren et de Brés	1955
FAKIR (gv)	Clause	1960
GEBRUDER DIPPE DELI (gv)	Dippe	1957
GLOIRE DE WITHAM (gv)		1952
GRADUS (gj)		—
HADA (gv)	Terra	1956
ISTAR-CLAUSE (gv)	Clause	—
JUWEL (gv)	Van Waveren et de Brés	1955
LINCOLN : Prodige (gj)		1952
MERVEILLE D'AMÉRIQUE (gv)		—
MERVEILLE D'ANGLETERRE (gv)		—
MERVEILLE DE KELVEDON (gv)		—
MERVEILLE DE WEISSENFELS (gv)	Van Waveren et de Brés	1955
MIGNON DE VAN WAVEREN (gv)	Van Waveren et de Brés	1956
ONWARD (gv)		1952
PETITE MERVEILLE (gv)		—
PRÉCURSOR (gv)	Clause	1960
PROGRÈS DE LAXTON (gj)		1952
PYGMA (gv)	Weibull	1956
RELANCE (gv)	Van Waveren et de Brés	1955
RIDCOVERT (gv)	Blondeau	—
SALZMUNDER EDELPERLE : (gj) Pois de conserve 99 : Sharpe's Canner 99	Luttichau et Riebesel	1955
SÉNATEUR (gv)		1952
SERPETTE NAIN VERT : William Hurst (gv)...		—
SIEGERIN (gv)	Haubner	1956
SUCRÉ PREMIER (gv)	Imbach	—
TÉLÉPHONE A RAMES (gv)		1952
TÉLÉPHONE NAIN : Daisy (gv)		—
TÉLÉVISION (gv)	Vilmorin	1955
TÉZIERLINDON (gj)	Tézier	1960
THOMAS LAXTON (gj)		1952
TRIOMPHE DE KELVEDON (gv)		1955
UNION JACK (gv)		1952
VIABONA-CLAUSE (gj)	Clause	1956
3° *Pois sans parchemin ou mangetout*		
A LA REINE (gj)		1952
BEURRE A COSSE JAUNE (gj)	Cesbron	1954
BLANC DE MANINET (gj)	Tézier	1952
CAROUBY (gtc)		—
CAROUBY DE MAUSSANE (gtc)	Clause	—
CORNE DE BÉLIER (gj)		—
Demi-nain DEBÈVE (gj)		—
Demi-rames DE QUARANTE JOURS (gj)		—
Fondant de SAINT-DÉSIRAT (gj)		—
GÉANT A FLEUR VIOLETTE (gtc)		—
HATIF A LARGE COSSE (gj)		—
MERVEILLE DU MAROC-SIMON-LOUIS (gj)	Simon Louis	—
NORMAND (gj)	Camut	—
Ridé d'ISIGNY (gv)	Clause	1955
ROI DES CAROUBY-CLAUSE (gtc)	Clause	1952
SUPERMANGETOUT TÉZIER (gj)	Tézier	—
TRÈS NAIN HATIF A CHASSIS (gj)		—

CATALOGUE DES VARIÉTÉS DE RADIS CULTIVÉES EN FRANCE

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
I. RADIS DE TOUS LES MOIS		
1° *Radis ronds*		
A FORCER ROND ÉCARLATE		1960
A FORCER ROND ÉCARLATE HATIF		—
A FORCER ROND ROSE A BOUT BLANC		—
A FORCER ROSE HATIF		—
CERISE		—
GAUDRY		—
ROND BLANC		—
ROND BLANC PETIT HATIF		—
ROND DEMI-BLANC DEMI-ROUGE		—
ROND ÉCARLATE		—
ROND ÉCARLATE HATIF DE METZ		—
ROND ROSE A BOUT BLANC : NATIONAL		—
ROND ROSE A TRÈS GRAND BOUT BLANC : DE SEZANNE		—
2° *Radis demi-longs*		
A FORCER DEMI-LONG ÉCARLATE A BOUT BLANC		1961
A FORCER DEMI-LONG ROSE A BOUT BLANC : DE DIJON		1960
DEMI-LONG CARMINÉ A BOUT BLANC		—
DEMI LONG ÉCARLATE		—
DEMI-LONG ÉCARLATE A FORCER		—
DEMI-LONG ÉCARLATE A GRAND BOUT BLANC		—
DEMI-LONG ÉCARLATE A TRÈS PETIT BOUT BLANC		—
DEMI-LONG ÉCARLATE FORME ALLONGÉE		—
DEMI-LONG ROSE A BOUT BLANC A CHASSIS		—
DEMI-LONG ROSE A BOUT BLANC DE PARIS		—
DEMI-LONG ROSE A BOUT BLANC DE PONTOISE		—
DEMI-LONG ROSE A GRAND BOUT BLANC DES HALLES		—
DEMI-LONG ROSE A GRAND BOUT BLANC DU MIDI		—
DEMI-LONG ROSE BOUT BLANC AMÉLIORÉ : MARTEAU : PERNOT CLAIR A GRAND BOUT BLANC : PERNOT ROI DES HALLES		—
GRENADE		—
MARCHÉ DE PARIS		—
NOUVEL-ORLÉANS		—
ORLÉANS (D')		—
PERNOT		—
PRÉLUDE		—
PREMIER		—
3° *Longs : raves*		
A forcer BLANCHE TRANSPARENTE		—
BLANCHE DE MAI		—
ÉCARLATE A BOUT BLANC : Rave d'Amiens		—
ROSE HATIVE A CHASSIS		—
ROSE LONGUE : Rave saumonée		—

Catalogue des variétés de Radis cultivées en Frnce *(suite)*

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
II. RADIS D'ÉTÉ, D'AUTOMNE ET D'HIVER		
1º *Radis blancs*		
BLANC D'AUGSBOURG		1960
BLANC ROND D'ÉTÉ		—
DEMI-LONG BLANC DE STRASBOURG		—
DE 5 SEMAINES BLANC : OSTERGRUSS BLANC DE STUTTGART		—
OVALE BLANC DE MUNICH		—
2º *Radis jaunes*		
JAUNE DE LILLE		—
JAUNE D'OR OVALE		—
ROND JAUNE D'ÉTÉ		—
ROND JAUNE D'OR HATIF		—
3º *Radis gris*		
GRIS DE COLMAR		—
GRIS ROND D'ÉTÉ		—
4º *Radis roses*		
DE 5 SEMAINES ROSE : ROSE DE PAQUES		—
ROSE D'HIVER DE CHINE		—
5º *Radis violets.*		
DEMI-LONG VIOLET		—
FRUHLINGSGRUSS VIOLET		—
VIOLET DE COLMAR		—
VIOLET DE GOURNAY		—
6º *Radis noirs*		
NOIR GROS LONG D'HIVER		—
NOIR GROS LONG D'HIVER DE PARIS		—
NOIR GROS ROND D'HIVER		—
NOIR LONG MARAICHER : NOIR LONG POIDS D'HORLOGE		—

Rubrique spéciale

Variétés	Obtenteurs	Date de première inscription
Aubergines		
ARGENTINE		1956
BLANCHE LONGUE DE CHINE		—
NAINE TRÈS HATIF		—
RONDE DE CHINE		—
VIOLETTE LONGUE DE SAINT-RÉMY		—
Betteraves potagères		
ÉCLIPSE		1952
KHEDIVE		—

RUBRIQUE SPÉCIALE *(suite)*

	Obtenteurs	Date de première inscription
Betteraves potagères (suite)		
ROUGE D'ÉGYPTE DE CROSBY		1952
ROUGE FONCÉ D'ÉTÉ		—
ROUGE FONCÉ DE MASSY	Vilmorin	—
ROUGE FONCÉ RONDE A FEUILLAGE NOIR		—
ROUGE LONGUE GROSSE		—
ROUGE NOIR D'ALSACE		—
ROUGE RONDE PRÉCOCE		—
ROUGE VERMILLON RONDE TRÈS HATIVE		—
Carottes		
ROUGE D'ALTRINGHAM		1952
ROUGE DEMI-LONGUE PERFECTION MORO	Moreau	1959
ROUGE INTERMÉDIAIRE DE JAMES		1952
ROUGE LONGUE DE BRUNSWICK		—
ROUGE LONGUE OBTUSE SANS CŒUR		—
ROUGE MARCHÉ DE METZ : ROUGE RUBIS		—
BLANCHE LISSE DEMI-LONGUE		—
JAUNE CHAMPION		—
JAUNE SUCHTELNER		—
Chicorées		
FRISÉE DE BORDEAUX		1952
FRISÉE D'HIVER DE L'HÉRAULT	Rivoire	1954
FRISÉE D'HIVER DE VALENCE		1952
FRISÉE FINETTE	Vilmorin	—
FRISÉE IMPÉRIALE		—
FRISÉE MERVEILLE D'HIVER		—
FRISÉE MOUSSE BLONDE		—
FRISÉE MOUSSE VERTE		—
FRISÉE PRINTANIÈRE		—
SCAROLE VERTE DE PERPIGNAN		—
SAUVAGE MIGNONNETTE DOUCE		—
Choux cabus		
AVANT-PREMIER		1954
BACALAN DE LIMOGES		—
HOLLANDE TARDIF (DE)		—
MORTAGNE (DE)		—
PAIN DE SUCRE		—
RAPIDE		—
TARDIF CHARENTAIS		—
YORK GROS (D')		—
YORK PETIT (D')		—
Choux de Milan		
A PIED COURT DE CAEN		1956
A PIED COURT D'HIVER		—
LÉPREUX		—
MORLAIX (DE)		—
PANCALIER DE MONTOIRE		—

RUBRIQUE SPÉCIALE *(suite)*

	Obtenteurs	Date de première inscription
Choux de Milan (suite)		
TRÈS HATIF D'ÉTÉ		1956
TRÈS HATIF DE KITZINGEN		—
VICTORIA		—
Concombres et cornichons		
DEMI-LONG VERT EARLY FORTUNE		1958
VERT LONG SPÉCIAL		—
Haricots nains		
BEURRE BANANE		1955
BEURRE BLANC NAIN		1952
BEURRE BLANC NAIN AMÉLIORÉ		—
BEURRE COMÈTE		—
BEURRE DATTEL		—
BEURRE DE CORNE		—
BEURRE DE DIGOIN		—
BEURRE D'OLLAINVILLE		—
BEURRE NOIR A LONGUE COSSE		—
BEURRE PERFECTION	Tézier	—
BEURRE PLEIN LE PANIER		—
BEURRE SUZANNE		—
GOLDEN WAX		—
MANGETOUT ABONDANCE : MANGETOUT LE GÉNÉREUX : MANGETOUT BOUNTIFUL		1954
MANGETOUT ALPHA		1952
MANGETOUT AURORA		1954
MANGETOUT CHEVRIER		—
MANGETOUT DIXIE WHITE STRINGLESS		1955
MANGETOUT DU CALAISIS		1954
MANGETOUT GOLDEN MAY		1952
MANGETOUT GRIS DEUIL		—
MANGETOUT HATIF SUCCÈS		—
MANGETOUT PREDOME NAIN		—
MANGETOUT PRINCESSE NAIN A GROSSE COSSE		—
MANGETOUT PROGRÈS		—
MANGETOUT RANGER		1955
MANGETOUT SERVUS	Inst. Wageningen	1954
MANGETOUT TRANSVAAL		1952
MANGETOUT VALENTINE ROUGE		—
CAFETON		—
COCO ROSE ET BLANC		—
COCO LE MÉRIDIONAL		—
BOUSCAT (DU)		—
BRUN (le)		—
EMPEREUR DE RUSSIE		—
EXTRA-FIN DU PERREUX		—
FIN DE MONTREUX		—
FLAGEOLET A FEUILLE GAUFRÉE		—

RUBRIQUE SPÉCIALE *(suite)*

	Obtenteurs	Date de première inscription
FLAGEOLET BLANC BAIONNETTE		1952
FLAGEOLET CHEVALIER	Union des Coop. Agric. de sem. de S.-etO.	1955
FLAGEOLET JAUNE A LONGUE COSSE		1952
FLAGEOLET VERT MERVEILLE DE FRANCE		—
FLAGEOLET VERT TRIOMPHE DES CHASSIS		—
GIBOUIS		
GLOIRE DE DEUIL		—
GRIGNONNAIS (LE)		—
INÉPUISABLE (L')		—
JAUNE CENT POUR UN A LONGUE COSSE		—
LINGOT JAUNE		—
LINGOT ROUGE		—
LYONNAIS A LONGUE COSSE		—
LYONNAIS CLAIR A TRÈS LONGUE COSSE		—
MASSY FILANT RÉGNIER		—
MERVEILLE DE PARIS		—
MÉTIS DES ALLIÉS		—
MÉTIS TIGRÉ ROUGE ET BLANC		1954
NOIR HATIF DE BELGIQUE		1952
NOIR HATIF DE CHATEAURENAD		—
NOIR HATIF DE L'HERMITAGE		—
NOIR HATIF DE SAUMUR		—
PETIT POTAGER (DU)		—
SAINT-ESPRIT A ŒIL NOIR		—
SUISSE D'AMIENS PRÉCOCE		1955
SULTAN (LE)		1952
Haricots à rames		
BEURRE BICOLORE A RAMES		1952
BEURRE COR DU POSTILLON		1954
BEURRE D'ALGER BLANC		1952
BEURRE D'ALGER NOIR A RAMES		—
MANGETOUT CHEF-D'ŒUVRE		—
MANGETOUT CORNE D'ABONDANCE		—
MANGETOUT DE SÈVRES EXTRA-HATIF	Tézier	—
MANGETOUT DU CHEYLARD		—
MANGETOUT FIN BEC GÉANT		—
MANGETOUT NANKIN A LA GRAPPE		1955
MANGETOUT PRÉDOME A RAMES		1952
COCO BICOLORE PROLIFIQUE		—
COCO BLANC A RAMES A LONGUE COSSE		—
COCO BLANC A RAMES EXTRA-HATIF		—
COCO ROUGE ET BLANC		—
COCO ZÉBRÉ GRIS DU MILANAIS		—
A RAMES DE TOUS LES JOURS		—
DON CARLOS		—
SABRE A LARGE COSSE		—
SABRE HATIF		—
SANS RIVAL		—
Laitues		
CORDON ROUGE GROS		1952
GOTTE BLONDE A FORCER		—

RUBRIQUE SPÉCIALE *(suite)*

	Obtenteurs	Date de première inscription
Laitues (suite)		
GOTTE DOMONT		1952
LUNEAU		—
PETITE NOIRE A CHASSIS		—
ROSÉE PRINTANIÈRE		—
TOM POUCE		—
BATAVIA BRUNE		—
BATAVIA DES GRANDS LACS		—
BATAVIA TÉZIER	Tézier	—
BATAVIA UNIQUE		1954
GLACIALE DE LAIBACH		1952
BLONDE DE BERLIN		—
BLONDE DE LIMOGES		1957
BLONDE D'ÉTÉ		1952
BLONDE DE VERSAILLES		—
BRUNE CONTINUITÉ		—
BRUNE D'ANGERS A GRAINE NOIRE	J. Cesbron	—
CAPUCINE		1954
DENAIFFE A GRAINE BLANCHE		1952
GÉANTE D'ÉTÉ		—
MÉTÉORE		—
MONTLUCON A GRAINE NOIRE		—
NÉRIS (DE)	Rivoire	—
PALATINE		—
PANACHÉE DU CHILI		—
SANS RIVALE		—
VERTE YVOISIENNE		—
ROMAINE BLONDE HATIVE DE FRONTIGNAN		—
ROMAINE BLONDE HATIVE DE TRIANON		—
ROMAINE CHICON D'AUCH		—
CRÉOLE		—
GLOIRE DE BRIVE		—
JEUNE VERTE		—
VAR (DU)		—
VERTE GRASSE		—
GALLEGA D'HIVER		—
HIVER DE NANSEN (D')		—
ROUGETTE DU MIDI A GRAINE BLANCHE		—
A COUPER FEUILLE DE CHÈNE BRUNE A GRAINE NOIRE		—
A COUPER FEUILLE DE CHÈNE VERTE A GRAINE BLANCHE		—
BLONDE A COUPER		—
FRISÉE D'AUSTRALIE		—
Mâches		
A CŒUR JAUNE		1952
LENTE A MONTER		—
Navets		
FRENEUSE (DE)		1956
GRIS DE MORIGNY		—
MUNICH (DE)		—
ROND JAUNE DANOIS		—

RUBRIQUE SPÉCIALE *(suite)*

	Obtenteurs	Date de première inscription
Oignons		
BLANC EXTRA-HATIF DES HALLES		1952
JAUNE DE TREBONS		—
ROSE DE TOURNON		—
ROSE PALE EXTRA-HATIF TÉZIER	Tézier	—
ROUGE DE MADÈRE PLAT		—
ROUGE DE MADÈRE ROND		—
Persils		
CHAMPION VERT		1952
Piments		
A BOUQUET ROUGE		1956
MUSEAU DE BŒUF		—
Poireaux		
BRABANT (DE)		1952
GROS COURT DU MIDI		—
Pois		
AUTOMOBILE		1952
AVIATEUR		—
BIENVENU (LE)		—
BRUNSVIGA		1956
CLAMART A RAMES		1952
FIN DE LA BIÈVRE	Vilmorin	—
FOLGER		—
GONTIER VERT		—
IMPÉRIAL NAIN VERT		—
LÉVÊQUE		—
MANSHOLT GEK		—
MANSHOLT PLUK		—
MICHAUX DE HOLLANDE		—
ORGUEIL DU MARCHÉ		—
PAREL		—
PERLE DES CONSERVES		—
PETIT CEVENOL-TÉZIER	Tézier	—
PRINCE ALBERT		—
ROI DES SERPETTES		—
SABRE		—
SAXA VERT	Tézier	—
SERPETTE DE PARIS		—
SERPETTE EXPRESS		—
SERVO		—
SPRINTER		—
STIJFSTROO		—
SURPRISE DU MARCHÉ		—
UNICA		—
ZELKA		—
ACACIA RIDÉ		—
AMIRAL BEATTY		—

RUBRIQUE SPÉCIALE *(suite)*

	Obtenteurs	Date de première inscription
Pois (suite)		
FONDANT SUCRÉ	Vilmorin	1952
KELVEDON MONARCH		1955
KNIGHT DEMI-NAIN VERT (DE)		1952
MIRACLE (LE)		—
RIDÉ VERT DE KNIGHT A RAMES		—
STRATAGÈME : SURPASSETOUT		—
TROPHY		—
MANGETOUT CAROUBY A COSSE BLONDE		—
MANGETOUT DEBARBIEUX		—
MANGETOUT DE HENRI		—
MANGETOUT DEMI-NAIN BRETON		—
MANGETOUT SPAHI	Clause	—

TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1962

H. Bannerot. — Le Catalogue des espèces potagères après la parution du décret du 22 janvier 1960 329

E. Berninger. — La teneur en germe du grain de Maïs, facteur d'adaptation 117

M. Dalebroux. — Étude biométrique de la variabilité génétique induite, par radiations ionisantes, dans une lignée pure d'une plante diploïde autofécondée. I. Partie théorique 93

P. Dommergues. — Mutagenèse expérimentale 67

J. Gillot, J. Philouze. — Action de l'acide gibbérellique sur la production des graines chez la variété de Laitue « Merveille des Quatre Saisons » 215

L. Hedin. — La Conférence de Rome (10 au 20 juillet 1961) sur la prospection botanique et l'introduction des espèces végétales 325

N. Hochberg. — Floraison, fécondation et fertilité des cépages en Israël en relation avec la structure de la fleur 151

J. Hugard. — Essais d'éclaircissage chimique des fleurs ou des jeunes fruits sur le Pêcher et le Pommier 197

P. Huglin, B. Julliard. — Résultats de la sélection clonale de la Vigne en Alsace 123

L. Levadoux, D. Boubals, M. Rives. — Le genre *Vitis* et ses espèces. Essai de synthèse 19

C. M. Messiaen, G. Risser, P. Pécaut. — Étude des plantes résistantes au *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* dans la variété de Melon « Cantaloup charentais » 157

P. Pécaut. — Étude sur le système de reproduction de l'Endive (*Cichorium intybus* L.) 265

G. Piquemal. — Quelques données expérimentales sur l'induction de la sexualité chez le Ricin 297

E. Pochard, C. Goujon, S. Vergara. — Influence de la température, de l'éclairement et du stade de la plante sur l'expression de la sensibilité à un biotype de Rouille jaune de quelques variétés françaises de Blé 45

J. Ponchet, P. Grignac. — Le second Colloque européen sur la Rouille noire des céréales 79

J. Rebischung. — Études sur la croissance et le développement du Dactyle (*Dactylis glomerata* L.) 175

P. Remy. — Principes et méthodes de l'amélioration des arbres fruitiers à pépins 311

P. Remy, L. Décourtye. — État d'avancement des recherches sur l'amélioration du Pommier pour la résistance à la Tavelure 219

M. Rives. — Sur l'analyse de la variance. II. L'additivité 5

M. Simon. — Blés et Orges d'hiver inscrits en 1961 au Catalogue français des espèces et variétés 85

M. Simon. — Nouvelles variétés de céréales de printemps (1962). Blé, Orge, Avoine 165

G. Solignat. — Observations sur la résistance des châtaigniers à *l'Endothia parasitica* 59

J. Souty. — Le Catalogue des espèces fruitières après la parution du décret du 22 janvier 1960 245

Chronique des livres 171

Le Directeur-Gérant : M. L. Cagnac

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 26-12-1962.
Dépôt légal : 4e trimestre 1962. N° d'impression : 188.

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

VOLUME 12 1962 N° HORS SÉRIE

L'AMÉLIORATION DES PLANTES EN FRANCE

par R. MAYER

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise).

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

L'AMÉLIORATION DES PLANTES EN FRANCE

R. MAYER
Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Rechecrhes agronomiques, Versailles (S.-et-O.) (1)

SOMMAIRE

I. — Introduction.

II. — Les premiers efforts de la sélection méthodique. Les Vilmorin.

III. — Un succès historique de la sélection : Le sauvetage du vignoble français.

IV. — De la redécouverte des lois de Mendel a la première guerre mondiale.

A. Un agronome : Émile Schribaux
B. Les établissements de sélection à la veille de la guerre

V. — L' « entre-deux guerres ».

A. Le développement de la sélection privée
B. Le Service de Phytogénétique
C. Les débuts de la sélection scientifique : Charles Crépin
D. Les travaux des stations d'amélioration des plantes du Ministère de l'Agriculture
E. Le Comité technique permanent de la Sélection et la réglementation sur les semences

VI. — La période de 1940 a 1960.

A. Les Stations d'amélioration des plantes de l'Institut national de la Recherche agronomique

Orientation générale des recherches et sélection
Céréales
1. Blé
2. Orge
3. Avoine
4. Maïs
5. Riz
Plantes sarclées
1. Pomme de terre
2. Betterave
Plantes à huile et à fibre
1. Colza
2. Lin
3. Chanvre
Plantes fourragères
1. Étude des techniques de production
2. Amélioration des espèces fourragères

(1) Je tiens à remercier ici P. Jonard et J. Rebischung pour l'aide amicale qu'ils m'ont apportée dans la rédaction de cette brochure.

Plantes annuelles
1. Vesce et Pois
2. Féveroles
3. Crucifères fourragères

Plantes pluriannuelles
Schéma général de sélection
Légumineuses
1. Luzerne
2. Trèfle violet

Graminées fourragères
1. Dactyle
2. Ray-grass
3. Fétuque et Fléole
4. Résultats de l'amélioration des plantes fourragères

Arbres fruitiers
1. Arbres fruitiers à noyau
a) Recherches concernant la variété
b) Recherches sur les porte-greffes
c) Recherches concernant la biologie florale des arbres fruitiers
2. Arbres fruitiers à pépins
3. Châtaignier et Noyer

Houblon
Vigne
Plantes horticoles et ornementales
1. Recherches sur les Iris
2. Plantes maraîchères

B. Travaux des sélectionneurs privés
1. Blé
2. Avoine
3. Orge
4. Plantes fourragères
Légumineuses
Graminées
5. Pommes de terre
6. Betteraves
7. Plantes potagères

CONCLUSION.
ANNEXES

I. — INTRODUCTION

La sélection a été longtemps, en France, le fait d'agriculteurs ; et d'horticulteurs s'intéressant à tout ce qui leur paraissait différer des végétaux qu'ils avaient l'habitude de produire. Comme l'horticulture et l'arboriculture fruitière utilisaient les techniques les plus évoluées, il n'est pas étonnant que ce soit dans ces deux branches que l'on trouve, très anciennement, les variétés les mieux typées et les plus nombreuses.

C'est ainsi que, dès le XVII^{e} siècle existaient des variétés, encore cultivées maintenant, par exemple les laitues *Gotte* et *Passion*. On cultivait aussi, à cette époque, les haricots de *Bagnolet* et de *Soissons*, ce dernier cité pour la première fois par COMBLE dans son « École du Potager » en 1749, ouvrage dans lequel il décrit également 25 variétés de laitues pommées.

Il faut mentionner aussi le rôle important joué à cette époque par le Jardin du

Roi, l'actuel Muséum d'Histoire Naturelle, dans l'étude des variétés de nombreuses plantes utiles et en particulier les travaux d'André THOUIN qui sauva, à la révolution de 1789, la célèbre pépinière des Chartreux de Paris, collection d'un très grand nombre de variétés fruitières fort anciennes.

La révolution agricole de la seconde moitié du XVIIIe siècle, due à l'influence des physiocrates, amène un peu partout la création de sociétés d'agriculture. Sous leur impulsion paraissent de nombreuses publications reproduisant souvent des listes de variétés cultivées. C'est de cette époque que datent les beaux ouvrages de l'Abbé ROZIER sur les variétés d'arbres fruitiers. Les noms et les descriptions qu'il donne correspondent souvent à des variétés figurant encore actuellement dans les collections. Certaines d'entre elles étaient d'ailleurs déjà signalées dès le XVIe siècle en particulier par Charles ESTIENNE.

Le plus grand agronome français du XVIIIe siècle, L. DUHAMEL DU MONCEAU, auteur du « Traité des arbres et arbustes qui se cultivent en France en pleine terre », publie en 1768 un « Traité des arbres fruitiers » donnant la description de nombreuses variétés.

Par ailleurs, les établissements s'occupant de la vente des semences puis de la sélection des plantes potagères, ont souvent une origine ancienne. C'est ainsi que les Établissements SIMON LOUIS Frères furent fondés à Metz en 1666 par Didier SIMON, les Établissements VILMORIN-ANDRIEUX exerçaient déjà leur activité en 1775, les Établissements TEZIER datent de 1785 et les Établissements CLAUSE de 1796.

Dès 1770 Philippe-Victor de VILMORIN introduit des types étrangers de plantes de grande culture, entre autres des betteraves fourragères, des luzernes, des trèfles, des rutabagas, des légumes, les étudie en cultures comparatives, multiplie ceux qui semblent les plus intéressant et les propage.

Ces travaux, extrêmement actifs, restaient malheureusement empiriques. Ce n'est que dans la première moitié du XIXe siècle que les botanistes s'intéressent, en France, aux possibilités de l'hybridation comme moyen de diversification des formes.

Les naturalistes étaient fort inquiets, à cette époque, d'étayer expérimentalement les diverses théories transformistes en cours et nombre de leurs travaux eurent un but plus philosophique que scientifique.

En 1826, SAGERET montre l'indépendance relative des divers caractères paternels et maternels. Il reconnaît qu'il n'y a pas « fusion » mais « distribution », chez les hybrides, des caractères de chacun des parents et constate la dominance de certains caractères de l'un des parents sur le caractère opposé de l'autre parent.

En 1859, GODRON, professeur à l'Université de Nancy, traite « De l'espèce et des races chez les êtres organisés » ; il y prend comme critère de distinction de l'espèce, la stérilité dans les croisements avec les espèces voisines. Il rapporte les résultats d'un croisement entre *Aegilops* et Blé ayant donné un hybride : *Aegilops Triticoïdes* qui, recroisé avec le blé a donné un autre hybride : *Aegilops speltaeformis*.

C'est également dans le but de rechercher une définition précise de l'espèce que NAUDIN procéda à de nombreuses hybridations interspécifiques. L'essentiel de ses résultats fut publié en 1863. Il montre que l'hybride est une « mosaïque vivante » des caractères des parents qui tendent à se séparer plus ou moins rapidement dans la descendance. Il constate l'uniformité de la première génération issue du croisement et la grande diversité des générations suivantes. NAUDIN non seulement observa la disjonction des caractères des espèces associées par l'hybridation, mais eut le mérite

de l'expliquer par l'hypothèse de la disjonction de deux essences spécifiques présentes l'une dans le pollen et l'autre dans l'ovule des hybrides. C'est la loi de pureté des gamètes, formulée en 1866 et 1870, d'une façon plus claire et plus précise, par MENDEL.

II. — LES PREMIERS EFFORTS DE LA SÉLECTION MÉTHODIQUE — LES VILMORIN

D'autres chercheurs, souvent en liaison avec les précédents, mais aiguillonnés par des raisons d'ordre plus pratique, faisaient faire, vers la même époque, des progrès importants aux techniques de l'amélioration des plantes.

En 1856, Louis de VILMORIN fait à l'Académie des Sciences une communication « Sur la création d'une nouvelle race de betteraves et considération sur l'hérédité chez les végétaux », où il définit pour la première fois la méthode de sélection généalogique. Cette méthode, appliquée au travail effectué sur les betteraves sucrières, complétée par des techniques de plus en plus perfectionnées de détermination de leur teneur en sucre, permit, en peu d'années, de faire passer cette richesse saccharine de 8 à 15 p. 100 et même au-delà.

Cette communication marque une date importante dans l'histoire de l'amélioration des plantes parce que la méthode de sélection généalogique, avec étude comparative des descendances, ouvrait une voie nouvelle et extrêmement féconde. Elle permit une analyse plus précise du contenu génétique des populations de départ et aboutit, pour les plantes autogames, à l'obtention de variétés stables. C'est elle qui, utilisée en France par les VILMORIN, en Suède par HJALMAR NILSSON, se répandit rapidement dans toute l'Europe et permit des progrès remarquables dans la sélection des céréales, du Blé en particulier.

Dès 1851, Louis de VILMORIN avait publié un « Catalogue synonymique des Froments » mais l'amélioration du Blé en France pendant le dernier quart du XIXe siècle fut surtout l'œuvre de Henry de VILMORIN.

Son grand mérite fut d'appliquer les nouvelles méthodes de sélection à des populations issues d'hybridation artificielle avec choix raisonné des géniteurs.

Il chercha à unir les qualités complémentaires de deux groupes de blés alors cultivés en France : les blés d'Aquitaine et les blés anglais.

Les premiers dérivaient de types isolés dans des envois venus d'Odessa et dont le plus connu est le blé de *Noé*, trouvé en 1826 par PLANTE, meunier à Nérac. Ce blé, propagé en Aquitaine, puis en Brie et en Beauce, par le marquis de NOÉ et par certains de ses amis, donna des variations qui sont à l'origine des vieilles variétés connues sous le nom de *Rouge de Bordeaux*, *Rouge prolifique barbu*, *Japhet*, *Gros bleu*.

Elles étaient caractérisées par leur précocité, leur relative résistance à la verse et leur sensibilité à la Rouille jaune.

Les seconds étaient des blés d'automne, tardifs mais de bon rendement, à paille très grosse et très raide, parfois assez longue. Les principaux : *Victoria blanc*, *Chiddam d'automne*, *Prince Albert*, *Trump*, *Tunstall*, étaient très cultivés dans la Région parisienne et le Nord, mais avaient tendance à être remplacés vers 1875 par le *Squarehead* ou *Épi carré*, de SHIREFF.

Bien que ce soit Knight, en 1815, qui ait été le pionnier de l'hybridaton du Blé et que cette méthode ait déjà été utilisée par Shireff pour l'obtention de *King Richard* (*Shireff* × *Talavera*), Henri de Vilmorin fut un des premiers à l'utiliser systématiquement et à appliquer aux populations hybrides obtenues la méthode de sélection généalogique. On sait que *Dattel* est la première variété d'origine hybride réalisée en France, sortie des Établissements Vilmorin-Andrieux en 1883.

Pendant toute la fin du xix^e siècle et le début du xx^e, les travaux des Vilmorin résument la sélection du Blé en France. Les nouvelles variétés sortent à la cadence d'une tous les deux ou trois ans. Sauf rares exceptions, toutes sont issues de croisements entre des blés d'Aquitaine et des blés anglais, soit directement, soit indirectement.

Ce qu'il faut retenir de cet effort, en dehors de la création de variétés qui ne vivent plus, dans leur grande majorité, qu'à l'état de souvenir, ce qui fut véritablement déterminant pour le progrès de l'amélioration des plantes, c'est la méthode utilisée qui, à cette époque, était révolutionnaire : création de populations issues d'hybridations artificielles après choix judicieux des géniteurs, sélection dans ces populations par la méthode généalogique et comparaison des descendances obtenues en vue de choisir les meilleures. Cette méthode a été perfectionnée depuis, mais elle est encore à la base de celles qui sont actuellement utilisées.

En même temps que se poursuivaient ces travaux, de nombreuses autres espèces étaient améliorées.

Pour les plantes potagères, hormis le Pois et, dans une certaine mesure, le Haricot, la création de variétés, à cette époque, a été réalisée en repérant soit des hybrides naturels, soit des types particuliers apparus au sein de variétés déjà cultivées.

Il est intéressant de constater que beaucoup de nos variétés potagères actuelles ont conservé leur ancien nom : la carotte *demi-longue nantaise* était déjà connue en 1864, la carotte *de Luc* en 1873. Pour les oignons, certaines variétés déjà signalées à la fin du xviii^e siècle ou au début du xix^e sont toujours cultivées : *jaune de Mulhouse jaune paille des Vertus, rouge de Niort*. Mais les types actuels, à la suite d'une longue sélection massale, tout en portant les mêmes noms, sont très différents des populations initiales.

De nombreux travaux concernaient également la Pomme de terre, facilités par la simplicité d'obtention des variations grâce au semis. Lorsque la Société d'Agriculture de la Seine réunit en 1815 les variétés alors utilisées, il s'en trouva 120 qui furent confiées à Philippe-André de Vilmorin. En 1900, la collection des Établissements Vilmorin-Andrieux comprenait environ 800 variétés. Parmi celles encore cultivées actuellement et datant de cette période, citons *Belle de Fontenay* obtenue en 1893 par H. Rigaud, *Institut de Beauvais* obtenue en 1886, *Saucisse* qui commençait à se répandre vers 1867.

III. — UN SUCCÈS HISTORIQUE DE LA SÉLECTION : LE SAUVETAGE DU VIGNOBLE FRANÇAIS

1864! Les premiers dépérissements de vignobles dus au *Phylloxera* sont observés dans le Gard puis en Gironde. Le mal s'étend peu à peu et fait des ravages extraordinaires. De 1873 à 1889 plus de la moitié du vignoble français est détruit et la production réduite des deux tiers.

Pour lutter contre cet insecte, divers moyens comme le traitement du sol au sulfure de carbone ou la submersion des vignes pendant l'hiver furent préconisés. On se rendit compte très vite que ces procédés, sauf cas particuliers, en Camargue par exemple, où la submersion était facile à réaliser, ne pouvaient entretenir une viticulture vivante et rentable.

Depuis longtemps des hybrideurs américains : UNDERHILL, ROGER, ALLEN, ARNOLD, etc., avaient croisé la Vigne européenne et les espèces américaines résistantes au *Phylloxera,* dans le but de produire du raisin et du vin en Amérique. On avait d'ailleurs également réalisé des greffages de vignes européennes sur vignes américaines et montré que cette technique permettait de cultiver la Vigne européenne en milieu contaminé.

Devant la catastrophe, on essaya tout d'abord d'introduire en France des hybrides d'origine américaine dans le but de s'en servir comme remplaçant des vignes françaises. Il s'agissait surtout d'hybrides de *Vitis Aestivalis,* tels que le *Jacquez,* l'*Herbemont,* le *Cunningham,* donnant un vin sans goût particulier, mais de faible rendement. D'autres encore, comme le *Noah,* hybride à base de *V. Labrusca* malgré le vin détestable qu'ils donnaient, furent cultivés et le sont peut-être encore. Mais, en général, fort heureusement, ces vins ne plurent ni aux viticulteurs, ni aux consommateurs.

On se rendit finalement compte que seule l'adoption du greffage des vignes françaises sur porte-greffes américains, résistants au *Phylloxera* « *radicicole* » pouvait sauver le vignoble tout en lui gardant son caractère.

Mais les vignes américaines étaient, elles-mêmes, assez mal adaptées aux sols français, surtout aux sols calcaires. Le problème était donc de trouver ou de créer des porte-greffes convenables puis de les faire utiliser. Le greffage n'était en effet pas pratique courante chez les viticulteurs français. Certains pensaient que des modifications de vigueur ou de productivité des variétés greffées étaient le résultat d'une hybridation due à la greffe. De nombreuses expériences furent faites, qui démontrèrent le contraire. Les techniques même du greffage firent l'objet de nombreux essais.

Les premiers plants introduits d'Amérique, dont certains résistaient mal au *Phylloxera,* furent remplacés par des espèces américaines pures. Il fallu vérifier leur reprise au greffage, le bon développement de leur enracinement et surtout leur résistance. Certains porte-greffes, encore actuellement utilisés dérivent directement de ces introductions, par exemple le *Riparia Gloire de Montpellier,* le *Rupestris du Lot.*

Mais de graves lacunes adaptatives subsistaient. On chercha alors à créer des porte-greffes par hybridation. Des centaines de croisements furent étudiés à l'École de Montpellier et par divers sélectionneurs. Citons par exemple, ceux de différents cépages *Bouchet,* le *Cabernet,* la *Roussane,* par V. *Riparia* et *V. Rupestris* (1880) puis la *Folle blanche* et le *Petit Bouchet* par *V. Berlandieri,* espèce résistante au calcaire mais se bouturant mal (1887). Des croisements *Riparia* × *Rupestris* permirent d'obtenir des porte-greffes de vigueur moyenne ayant une certaine résistance au calcaire, des hybrides *Rupestris* × *Berlandieri* et surtout *Riparia* × *Berlandieri* supportèrent des teneurs en calcaire plus considérables.

Il a été possible ainsi d'obtenir une série suffisante de porte-greffes pour faire face à la plupart des problèmes posés par les sols français.

Ces recherches qui ont permis de sauver le vignoble français sont dues surtout

aux professeurs de l'École de Montpellier, en particulier à L. RAVAZ et G. FOEX, à MILLARDET, professeur à l'Université de Bordeaux, mais aussi à des hommes d'initiative comme PLANCHON, à des hybrideurs comme GRASSET, COUDERC, GAUZIN, MALEGUE.

L'introduction en France d'une masse de vignes américaines ne tarda malheureusement pas à être cause d'une autre catastrophe : l'apparition du *Plasmopara viticola*, agent du Mildiou de la vigne (1878).

Certains hybrideurs, en particulier COUDERC et SEIBEL, tentèrent de créer des variétés résistantes à la fois au *Phylloxera* et au Mildiou. Ils se servirent, en particulier, comme géniteur d'un *Aestivalis-Rupestris* de JAEGER. Par croisement et recroisement avec des vignes françaises ou des hybrides franco-américaines, ils réussirent à obtenir des résultats de plus en plus acceptables. Leurs travaux furent continués plus tard par d'autres sélectionneurs, dont le plus connu est SEYVE-VILLARD.

IV. — DE LA REDÉCOUVERTE DES LOIS DE MENDEL A LA PREMIÈRE GUERRE MONDIALE

La période allant de 1900 à 1939 est celle où la redécouverte des lois de MENDEL puis la connaissance plus précise du mécanisme de l'hérédité mendélienne, grâce surtout aux travaux de T. H. MORGAN et de ses élèves, allaient peu à peu orienter les travaux des sélectionneurs vers des méthodes plus précises et plus en accord avec les faits.

Il faut dire que, contrairement à ce qui s'est passé aux États-Unis, en Angleterre et en Allemagne, ces connaissances nouvelles n'ont eu, pendant cette période, que peu d'influence sur la façon de penser et les préoccupations des biologistes français. Cela tient sans doute à la difficulté éprouvée par eux à abandonner des théories et des opinions qui leurs paraissaient logiques, quoique contraires aux faits. Une véritable crise des idées naquit de l'opposition entre les conceptions traditionnelles en matière d'hérédité et de transformisme qui étaient à la base de l'enseignement officiel et les résultats des expériences rapportées par les généticiens modernes. Plutôt que de changer leurs conceptions, les tenants de l'ancienne école s'efforçaient d'ignorer les faits ou d'en minimiser la portée, comptant sur des exceptions souvent mal interprétées pour ruiner un édifice bâti sur une expérimentation rigoureuse. Ces longs débats qui retardèrent pendant des décades l'organisation en France d'un enseignement officiel de la génétique auraient pu être néfastes au progrès de l'amélioration des plantes. Heureusement, poussés par le désir d'améliorer sans cesse leurs méthode de travail, les chercheurs s'occupant d'amélioration des plantes furent plus accueillants aux idées nouvelles que ceux des laboratoires de l'Université.

Il faut citer, cependant, en génétique végétale, BLARINGHEM chargé de cours. puis professeur à la Sorbonne, qu'un séjour auprès de HJALMAR NILSSON, à Svalöf, avait convaincu de l'intérêt des acquisitions nouvelles pour l'amélioration des plantes. Tout en les appliquant à la sélection de l'Orge, sous l'égide de la Société d'Encouragement à la Culture des Orges de Brasserie en France (S. E. C. O. B. R. A.) fondée en 1901, il les faisait connaître par de nombreuses publications.

A. — UN AGRONOME : ÉMILE SCHRIBAUX

C'est à cette époque que se place l'effort d'Émile Schribaux, remarquable, tant par son originalité que par l'esprit d'avant-garde dont il fit preuve.

Schribaux est un agronome et c'est la connaissance qu'il a des besoins de l'agriculteur qui lui permet de voir les dangers de la seule recherche du rendement chez les plantes de grande culture.

Définissant, en 1908, les buts de l'amélioration des plantes, il disait : « Une variété parfaite doit être adaptée au milieu vivant. Cette condition domine toutes les autres de très haut. Quel intérêt une plante excellente à tous égards, lorsqu'elle se développe normalement, présenterait-elle si elle ne résistait pas au milieu vivant et non vivant ; si elle ne résistait pas à la chaleur et au froid, aux insectes, aux champignons qui sévissent dans les stations où elle est appelée à vivre. Elle doit être une machine puissante capable de fournir des rendements élevés. Elle doit livrer des produits de qualité excellente, être très riche en sucre, s'il s'agit de la betterave, en filasse s'il s'agit du lin, etc. »

Cette notion d'adaptation au milieu lui fait utiliser dans ses croisements des blés de pays tels que *Rouge d'Alsace* pour sa résistance au froid, *Bladette de Besplas* et du *Roussillon* pour leur résistance à l'échaudage, Rieti pour sa précocité et sa résistance à la Rouille jaune, alliées à une grande fertilité. Les produits de la sélection qu'il poursuit à la ferme expérimentale de l'Institut national agronomique à Noisy-le-Roi, avec des moyens modestes, sont essayés aux Écoles de Tomblaine ou de Neufchâteau, dans l'Est, pour leur résistance au froid et chez des cultivateurs méridionaux pour leur résistance à l'échaudage.

Nous voyons apparaître ici un souci qui avait peu préoccupé les sélectionneurs de plantes de grande culture jusqu'alors, celui de la faculté d'adaptation conditionnant la régularité des rendements, souci tout nouveau et que Schribaux fut un des premiers à avoir.

Une autre de ses préoccupations fut d'élargir le champ de la sélection. De nombreuses plantes de grande culture n'étaient pas étudiées ; il préconise leur sélection et montre lui-même l'exemple en entreprenant l'étude des plantes fourragères, en particulier du Trèfle, du Ray-grass anglais et du Fromental. Malheureusement, les ressources indispensables lui faisant défaut, il fut obligé d'abandonner cette dernière partie de son activité.

Mais ce n'est pas seulement dans la sélection pratique qu'il excelle. Connaissant les besoins des agriculteurs et l'équipement nécessaire à un travail de sélection moderne, il se préoccupe d'organiser un service d'état capable d'aider les sélectionneurs privés et de les suppléer, là ou leur effort est insuffisant. Il propose la création, en 1920, d'un service de génétique, appliqué à l'agriculture, qui serait à la fois un centre d'information, de démonstration et de recherche pratique et scientifique.

Enfin, il préconisait la révision de la législation existante, en vue de créer une protection légale des nouveautés.

En 1884 il fut nommé directeur de la première station d'essais de semences fondée à l'Institut national agronomique. Il poursuivit, dans ce domaine, une série de travaux sur les méthoces d'analyse, sur l'amélioration de l'outillage de laboratoire, sur les caractéristiques d'une bonne semence et enfin sur la production des semences, qui complétèrent remarquablement ses recherches sur l'amélioration des espèces végétales.

B. — LES ÉTABLISSEMENTS DE SÉLECTION A LA VEILLE DE LA GUERRE

A la veille de la guerre de 1914-1918, les sélectionneurs de plantes de grande culture sont en France, relativement peu nombreux. Certains comme les Établissements VILMORIN-ANDRIEUX sont très connus et de réputation internationale. Prenant la suite d'une lignée ayant rendu de grands services, Philippe de VILMORIN, aidé de A. MEUNISSIER, continuait ses travaux. D'autres, tels que les Établissements DESPREZ et DENAIFFE avaient déjà entamé un programme de travail qui, pour le premier, devait connaître son plein épanouissement après la guerre.

Nous donnons ici les noms de quelques variétés qui ont été lancées en culture ou étaient en cours de sélection vers cette date. Certaines d'entre elles n'ont été commercialisées que bien après la guerre. La date qui suit le nom est celle du croisement ou du début de la sélection. Nous avons déjà cité quelques-unes des variétés de blé les plus anciennes des Établissements VILMORIN-ANDRIEUX. Elles furent suivies par *Hâtif Inversable* (1898), *Japhet* × *Parcel* (1904), *Vilmorin 23*, *Alliés* (1909), *Vilmorin 27*, *Paix* (1910).

Un peu plus tard SCHRIBAUX obtenait les hybrides suivants ; série des A (A_3) : 1903, série des B (B_2) : 1903, série des D (D_4) : 1904, *Institut Agronomique* et *Préparateur Étienne* (1912). Les Établissements DESPREZ avaient, en 1886, sélectionné le *Jaune précoce* dans la population *Rieti* et DENAIFFE réalisait l'*Hybride de Montilleul* (1899), l'*Hybride carré géant blanc* (1907), l'hybride *Travenant* (1909) et isolait *Rouge de Presle* (1903) d'une population de pays.

En ce qui concerne l'Avoine, on n'assiste pas à un travail de sélection aussi intense. La création de nouvelles variétés est gênée par diverses raisons, en particulier la consommation à la ferme qui n'incite pas les cultivateurs, peu exigeants sur la qualité des fourrages, à acheter des semences sélectionnées. Ils se contentent d'utiliser des populations de pays. Les variétés améliorées les plus cultivées par des agriculteurs évolués sont d'origine étrangère : *Leader, Noire Bountifull, Suprême.*

Cependant, deux sélectionneurs français travaillent cette espèce : les Établissements DENAIFFE créent *Jaune d'Yvois*, mise au commerce en 1904, *Noire briarde à grappes*, en 1907, *Blanche inversable à grappes* en 1911, *Jaune grosse des Ardennes* en 1913. Les Établissements VILMORIN-ANDRIEUX ont une activité un peu moindre. Ils créent *Hybride noire très hâtive* (1894) et *Jaune géante à grappes* (1897) tirée d'une population des Flandres.

La sélection, pour l'Orge de brasserie est uniquement conduite, en France, par la S.E.C.O.B.R.A. à partir de populations de pays. Un certain nombre de lignées sont proposées aux agriculteurs, en particulier : *Comtesse* et *Sarah* (1903), *Bohemia* (1905), *Pasteur* (1906), *Bayard* (1907), *Johanna, Marquise* et *Baronne* (1908), *Madeleine* (1911). Aucune de ces lignées n'est d'origine hybride.

La sélection de la Betterave sucrière était surtout conduite aux Établissements VILMORIN-ANDRIEUX. D'autres sélectionneurs : FOUQUIER d'HERMEL, SIMON-LEGRAND, DESPREZ les avaient rejoints dans ce domaine. Ils étaient concurrencés surtout par les marques allemandes : DIPPE et KLEINWANZLEBEN.

En dehors de ces grandes espèces, très peu de travaux concernaient les plantes de grande culture. La Pomme de terre, les plantes fourragères étaient négligées. Il en était de même des arbres fruitiers, sur lesquels d'excellents pépiniéristes conti-

nuaient un travail de multiplication mais rien ne rappelait l'effort intense d'amélioration que ces plantes avaient connues un siècle plus tôt. Enfin, aucun travail nouveau n'était conduit sur les plantes potagères. On se bornait à sélectionner dans des populations de pays (pois) ou des variétés cultivés.

V. — L' « ENTRE-DEUX GUERRES »

Pendant la période allant de 1920 à 1939, l'orientation générale des sélectionneurs reste analogue à celle de la période immédiatement précédente. Trois faits importants doivent cependant être notés :

— le développement de la sélection privée ;

— la création d'un Service de Phytogénétique ;

— la création d'un Comité de contrôle des semences devenu depuis le Comité technique permanent de la Sélection et d'un Catalogue des espèces et variétés cultivées en France, bases d'une réglementation moderne du commerce des semences.

A. — LE DÉVELOPPEMENT DE LA SÉLECTION PRIVÉE

Les années qui suivirent la guerre de 1914-1918 furent des années de progrès incontestables pour l'agriculture française. L'utilisation par les agriculteurs des semences sélectionnées s'intensifie, ce qui eut comme conséquence le développement des établissements de sélection existant et la transformation d'un certain nombre d'établissements de production de semences en établissements de sélection.

Deux faits caractérisent ce renouveau : la concentration des établissements privés dans le Nord de la France et la Région parisienne, la prépondérance donnée à la sélection du Blé tendre.

Les établissements ayant, dans la période précédente, travaillé avec succès à fournir l'agriculture française de variétés améliorées : Vilmorin-Andrieux, Desprez, continuent et intensifient leur travail. Les variétés *Paix*, *Hybride des Alliés*, *Vilmorin* 23, *Vilmorin* 27 sont lancées à cette époque et constituent bientôt le matériel de base de la culture du blé dans la moitié nord de la France.

Les Établissements Desprez créent *Hâtif de Wattines*, *Hybride du Joncquois*, *Cappelle* et un blé alternatif à bon rendement : *Picardie*. *Cappelle* inscrit au catalogue des espèces et variétés en 1942 couvre en 1960 35 p. 100 des surfaces consacrées au blé en France.

D'autres sélectionneurs à leur tour lancent des variétés nouvelles ; citons à titre d'exemple les Établissements Bataille (*Bataille* 28, *Innovation Bataille* 30), Tourneur (*Prolifique nain*, *Chanteclair*, *D. C.*), Lepeuple (*Hybride de Lobau*, *Bellevue*), Camille Benoist (*Hybride* 40, *Blé de l'Yveline*), Blondeau (*Hybride de Bersée*, *Yga*, *Petit Quinquin*).

Le nombre de variétés de blé issues des croisement datant de cette époque se monte à une centaine au moins et il aurait été sans doute plus élevé si, à partir de 1933, une réglementation sévère n'avait admis sur le marché que des variétés fournissant des garanties sérieuses.

Ces variétés nouvelles sont caractérisées surtout par une bonne aptitude au rendement due à une bonne résistance à la verse et à un tallage assez fort à très fort. Elles sont, par contre, sauf exception, sensibles au froid, aux Rouilles et de force boulangère assez inégale.

Du point de vue morphologique, elles se ressemblent : épi en général blanc sans barbes, demi-lâche à demi-compact.

L'homogénéité morphologique et physiologique de ces variétés est telle que FLAKSBERGER a pu en faire un écotype particulier qu'il baptisa *gallicum*. En réalité cette convergence de forme et de type physiologique est due à l'emploi répété des mêmes géniteurs. L'examen des croisements ayant donné naissance à ces variétés montre que le blé de Noé est directement ou indirectement à l'origine de chacun et que les géniteurs utilisés en croisement avec lui n'ont pas apporté les gènes de résistance aux maladies ou au froid qui lui faisaient défaut.

L'Avoine continue à subir une certaine désaffection. Cependant certains établissements commencent à l'étudier, en particulier TOURNEUR, créateur de *Jehan de Brie* et BLONDEAU obtenteur de *Blanche de Bersée*. De son côté SCHRIBAUX obtient *Noire hybride inversable* et *Prolifique blanche*.

La situation ne s'améliore pas pour l'Orge. Seule la S. E. C. O. B. R. A. sélectionne l'orge de brasserie et multiplie un certain nombre de variétés issues de populations de pays. De son côté BRETIGNIÈRES, à l'École nationale d'Agriculture de Grignon obtient par sélection à partir d'une population d'*Ile de Ré*, la variété *Escourgeon hâtif de Grignon*, précoce, à très grand rendement, mais sensible au froid, à la verse et au Charbon. Malgré ces défauts il est encore actuellement très cultivé dans l'Ouest et le Midi de la France.

Les autres espèces de plantes de grande culture, y compris les plantes fourragères, sont toujours aussi négligées. La méthode de sélection de la Betterave sucrière n'évolue pas. Voici le schéma de celle utilisée aux Établissements VILMORIN-ANDRIEUX et décrite par Jacques LEVEQUE de VILMORIN dans sa thèse de doctorat sur l' « Hérédité de la betterave cultivée » soutenue en 1923.

Sélection individuelle sur le poids, la forme, la richesse en sucre.

Autofécondation des élites retenues.

Obtention de familles à partir du produit de ces élites.

Continuation de la sélection sur les mêmes critères dans les familles, maintenues par isolement.

Croisement entre les familles les meilleures.

Sauf la recherche de l'aptitude à la combinaison, c'est presque le schéma actuel, mais il n'est évidemment pas question, sauf indirectement, de résistance aux maladies.

B. — LE SERVICE DE PHYTOGÉNÉTIQUE

En 1921 fut créé un Institut des Recherches agronomiques dépendant du Ministère de l'Agriculture et par décret du 25 octobre 1923, au sein de cet Institut, un « Service de Phytogénétique » composé d'une Station centrale et de Stations régionales. Il était chargé des tâches suivantes :

constituer des collections des meilleures variétés ;

réunir une documentation scientifique et administrative concernant la phytogénétique ;

étudier les mérites et défauts des meilleures variétés connues et créer, éventuellement, des variétés nouvelles supérieures à celles existantes.

Les tâches prévues étaient donc d'ordre très pratique : malheureusement, l'une d'entre elles, la création de variétés nouvelles, ne pouvait aboutir à des progrès sensibles, sans efforts démesurés, qu'en se basant sur des connaissances de physiologie et de génétique que ne possédaient pas ceux qui allaient entreprendre ce travail. Il aurait fallu qu'une partie au moins des hommes et des moyens matériels fût consacrée à les obtenir. Il aurait fallu faire un peu moins de sélection et beaucoup de génétique.

La Station centrale resta à Noisy jusqu'en 1927, puis fut installée au Centre national de Recherches agronomiques dans le parc du château de Versailles. Le fait de rapprocher les chercheurs s'occupant d'améliorer les plantes de ceux des autres disciplines était une très bonne chose mais l'installation dans le domaine du château n'était pas heureuse. Les terres, très hétérogènes, très sales, infestées de prédateurs se réfugiant dans les allées et les massifs boisés du parc, ont coûté très cher en résultats perdus et en efforts inutiles.

Ce fut SCHRIBAUX qui assuma la direction de la Station centrale et par la même du Service de Phytogénétique. Il l'organisa aussitôt avec son dynamisme coutumier, en groupant les quelques services d'amélioration des plantes existant dans diverses stations agronomiques : Colmar, Metz (Laquennexy) Nancy et en subventionnant des laboratoires dépendant de l'Enseignement agricole supérieur : Grignon, Montpellier, Rennes, de l'Université : Bellevue (Pr BLARINGHEM), Clermont-Ferrand (Pr MOREAU, Mlle DUSSEAU), Besançon (M. EBERHADT), Antibes (Villa Thuret), Toulouse (Pr NICOLAS). Il s'assura par ailleurs le concours de certains sélectionneurs privés : les Établissements DESPREZ à Cappelle par Templeuve (Nord), M. SERIN à Villefranche de Lauragais, M. SÉVERIN à La Réole, M. MANDOUL à Labastide d'Anjou.

Le programme de travail était axé sur la sélection des céréales : Blé, Avoine, Orge, Maïs, sur celle des pommes de terre et de certaines plantes industrielles : Colza, Lin.

Le programme sur les céréales concernait surtout le Blé et peut se résumer ainsi : pour la région de l'Est et du Plateau central : recherche ou introduction de variétés résistantes au froid et à la verse.

Pour la zone méridionale : recherche ou introduction de variétés résistantes à la Rouille noire et à l'échaudage.

Pour la zone riche du Nord et du Bassin parisien : obtention de variétés ayant une résistance à la verse accrue, capable de répondre par de forts rendements à de fortes doses d'engrais, résistantes à des hivers exceptionnellement froids, ayant enfin une bonne qualité boulangère.

Ce programme supposait, pour être valable, un minimum de connaissances sur le mécanisme de l'action du froid ou de l'échaudage ou de la résistance aux Rouilles, une étude soignée des échelles de notation, la constitution de réseaux d'essais, etc. Malheureusement aucune recherche sérieuse ne fut faite dans ce sens. Les quelques tentatives d'étude génétique de la résistance à la Rouille noire faites par DUCOMET ou par LEFÈVRE à Avignon n'aboutirent pas faute, sans doute, de bonnes méthodes d'infection et de notation. On assiste donc au cours de cette période de mise en route, à de nombreux efforts d'introduction de variétés étrangères, de sélection

dans des croisements, sans que ce travail considérable mais un peu désordonné, n'aboutisse toujours à des résultats positifs. Il mit cependant en évidence quelques variétés intéressantes de SCHRIBAUX : *Hybride à courte paille* et *Institut agronomique* pour la zone Nord, *Préparatexr Étienne* pour le Sud-Ouest, *Bon Fermal*, plus résistant à la Rouille jaune que *Bon Fermier*.

En vue d'obtenir des blés de printemps à forte valeur boulangère SCHRIBAUX croisa, parmi beaucoup d'autres, les blés *Florence* et *Aurore*. L'hybride envoyé en Tunisie au Service botanique, dirigé par BŒUF, y fut sélectionné puis multiplié par certains colons. Il a fait depuis, sous le nom de *Florence-Aurore* et grâce à sa qualité boulangère, une très belle carrière, non seulement en Tunisie mais dans toute l'Afrique du Nord et en France.

C'est à l'instigation de SCHRIBAUX que DUCOMET et FOEX entreprirent une étude en vue d'établir, par l'observation d'une même collection dans plusieurs centres, une échelle de résistance des blés aux Rouilles. Le système de notation utilisé, beaucoup trop compliqué et ne tenant pas compte du stade de la plante, ne permit pas de faire progresser cette question.

Les travaux conduits sur l'Avoine de printemps avaient pour but d'allier le rendement à la résistance à la verse et à la qualité du grain. La variété *Noire hybride inversable* de SCHRIBAUX et les meilleures avoines étrangères alors cultivées en France : *von Lochow*, *Victoire*, *Pluie d'Or*, furent croisées avec des lignées issues de populations de pays : *Noire de Brie*, *Grise de Houdan*.

En matière d'Orge, les recherches de BLARINGHEM concernaient toujours la sélection de lignées dans des populations. Un certain nombre de croisements effectués au laboratoire de Bellevue en 1922 n'aboutirent pas à la création de variétés cultivées.

Les recherches sur le Maïs se bornèrent à la réunion de collections rapidement rendues inutilisables par la fécondation croisée.

Les descendances de très nombreux croisements de Pommes de terre faits par DUCOMET à Grignon, étaient régulierement anéantis par les maladies de dégénérescence.

Le travail le plus constructif fait sur cette plante pendant la période 1920 à 1930 fut celui de DUBOYS, professeur à Rennes. Il entreprit de mettre au point une méthode de sélection sanitaire par familles et put faire la démonstration de son intérêt, en maintenant en bon état sanitaire un certain nombre de variétés. Ce travail permit, à échéance, l'organisation d'une production rationnelle de plants de pommes de terre.

Les travaux sur le Colza et le Lin poursuivis par BLARINGHEM n'aboutirent pas faute de moyens. Les pépinières établies chez des agriculteurs, dans des zones ne convenant pas à ces plantes, subirent des pertes répétées de matériel et rendirent la sélection impossible.

C. — LES DÉBUTS DE LA SÉLECTION SCIENTIFIQUE — CHARLES CRÉPIN

Au cours des années, un certain nombre de transformations se produisirent dans le Service de phytogénétique.

1924 : création de la Station d'Amélioration des Plantes de Clermont-Ferrand, dirigée par CRÉPIN.

1928 : installation définitive de la Station centrale à Versailles, dont ALABOUVETTE prend la direction.

La même année, CRÉPIN prenait la direction de la Station d'Amélioration des Plantes du P. L. M. au domaine d'Époisses, près de Dijon et était remplacé à Clermont-Ferrand par SCHAD. MENERET était nommé directeur de la Station d'Amélioration des Plantes de Colmar.

Ces transformations modifient l'esprit dans lequel se poursuit le travail de recherche. Le recrutement de quelques nouveaux chercheurs amène également du changement dans les idées et dans les méthodes.

Cette transformation est due, pour une bonne part, à l'influence de CRÉPIN. Après avoir travaillé à Grignon avec DUCOMET, il entreprit à Clermont-Ferrand, d'abord, puis à la Station du P. L. M. près de Dijon, et enfin à la Station centrale de Versailles à partir de 1937, des recherches méthodiques sur l'amélioration des céréales : Blé et Avoine surtout. Il s'efforce de rendre plus rationnelles les méthodes utilisées jusqu'alors, par une appréciation plus précise des caractéristiques variétales, notamment de celle des géniteurs, par une notation plus exacte des caractères soumis à la sélection, ce qui permit d'établir des échelles de résistance au froid et aux maladies, utilisées ensuite par toutes les stations.

L'organisation rationnelle des pépinières lui doit également beaucoup, notamment la standardisation du dispositif de culture des collections et des hybrides, la répétition, au long des planches, de témoins de références pour les caractéristiques importantes : phénologie, résistances diverses, l'obtention, au champ, d'infections artificielles pour certaines maladies : Carie, Charbon de l'Avoine ou l'extension des infections naturelles, de Rouille en particulier, par l'utilisation répétée au long des planches de semis, de variétés sensibles.

Sans avoir été le premier à créer des stations d'étude de la résistance au froid en montagne, il appliqua également dans celles qu'il créa à Saint-Germain l'Herm, en Auvergne, puis à Frasnes, dans le Jura, son esprit méthodique et précis : semis à profondeur uniforme, protection contre la neige, répétition de témoins de référence.

Ayant organisé pratiquement le travail de sélection, CRÉPIN et ses collaborateurs cherchèrent à lui donner des bases plus scientifiques en utilisant les nombreuses connaissances acquises en génétique et en pathologie depuis 20 ans. Ces travaux concernaient les maladies les plus importantes mais seuls ceux sur la résistance du Blé à la Carie et de l'Avoine au Charbon nu furent publiés.

En se basant sur des études bibliographiques poussées et des recherches personnelles approfondies, ils précisaient la biologie des parasites en relation avec l'hôte, donnaient des techniques pratiques d'infection artificielle, montraient l'existence de races plus ou moins virulentes à l'aide d'hôtes différentiels, esquissaient le comportement héréditaire de la résistance dans le cadre du matériel hybride utilisé, donnaient des indications précises sur la sensibilité des variétés étudiées et sur les géniteurs à utiliser en croisement.

Dans ce programme de recherches, la qualité n'était pas oubliée et constituait même, tant pour le blé que pour l'avoine, un des objectifs principaux de sélection.

Pour le Blé, à partir de 1934, l'utilisation de la méthode PELSCHENKE dès la F_3 ou parfois la F_2 se montra commode. L'emploi fréquent de témoins permit un bon classement des lignées à l'étude, en quatre classes : mauvaise, moyenne, bonne et très bonne.

Pour l'Avoine on chercha à allier à une paille très raide un pourcentage en amande du grain satisfaisant.

Les résultats de ces recherches furent fructueux, en voici résumé l'essentiel :

Blé

De nombreux géniteurs, inconnus en France, furent étudiés, leurs qualités et leurs défauts clairement établis. Ils furent utilisés à des croisements dans lesquels on cherchait à allier des qualités complémentaires. Certaines lignées, issues de ces premiers croisements étaient à leur tour croisées entre elles ou recroisées avec les géniteurs. La première variété issue de ce matériel fut *Côte d'Or*, à bon rendement et résistante au froid, malheureusement encore sensible à la Rouille noire et au Charbon.

Par la suite fut créé *Étoile de Choisy* issu d'un croisement fait à Dijon, entre lignées provenant elles-mêmes d'hybridations entre *Mon Désir* et *Ardito* d'une part, *Mouton à épis roux* et K_3 d'autre part, cet hybride étant lui-même recroisé par *Mouton à épis roux*. *Mon Désir* est une sélection faite à Clermont-Ferrand dans *Wilson* . lignée productive à gros grain, à glumelles amples qui, croisée avec *Ardito* devait corriger la trop grande tendance à l'égrenage de celui-ci ainsi que sa tardivité.

Ardito apportait en outre la fertilité de l'épi, une paille courte et robuste, mais une grande sensibilité au froid et aux Rouilles.

Mouton à épis roux est une lignée obtenue à Clermont-Ferrand dans une population de blé de l'Est, résistante au froid.

K_3 est un blé de Schribaux peu sensible à la Rouille noire et résistant à la verse. C'est le seul géniteur issu de *Noé* intervenant dans le croisement.

Le matériel hybride issu de ce croisement fut cultivé à Versailles à partir de la F_5. La variété *Étoile de Choisy* allie pour la première fois des caractéristiques semblant jusqu'alors contradictoires : une très grande précocité, une forte productivité, une assez bonne résistance au froid. Inscrite au catalogue des espèces et variétés cultivées en France en 1950, elle eut rapidement une très large diffusion, surtout en zone méridionale. Elle fut un élément important dans le renouveau agricole du Sud-Ouest et occupe actuellement environ 700 000 ha des surfaces françaises cultivées en blé.

D'autres géniteurs issus de ce matériel sont à la base des croisements faits dans les stations d'amélioration des plantes à partir de 1947. Ils réunissent un ensemble de caractéristiques remarquables. C'est ainsi que du croisement : ((*Martin* $\times$ K_3) $\times$ *Hohenheimer* 77) $\times$ *Oro* sont issues des lignées résistantes au froid, aux Rouilles noire et jaune, à la Carie et d'une valeur boulangère très élevée. Un certain nombre de défauts : paille très haute, faible productivité, rendaient leur utilisation directe impossible.

Utilisées en croisement elles ont révélé d'autres défauts graves : sensibilité à la Rouille brune, à l'Oïdium et très grande sensibilité aux Fusarioses dont la correction par croisement a été difficile jusqu'à présent, faute de géniteurs convenables.

Avoine

Création d'avoines d'hiver résistantes à la verse et au froid.

Ces recherches ont débuté à Clermont par l'isolement, dans une population d'avoine grise d'hiver, de lignées dont l'une, par croisements faits à Dijon avec l'avoine de

printemps *Grignonnaise* créée, elle aussi à Dijon, a donné l'avoine d'hiver du *Prieuré*. Elle présente sur les lignées de *Grise d'hiver* l'avantage d'une plus grande précocité et d'une meilleure résistance à la verse.

Amélioration des avoines de printemps.

Elle fut orientée dans les directions suivantes :

création d'une variété pour terres riches ayant un grain à fort pourcentage d'amande et résistante à la verse ;

création d'avoines résistantes au Charbon nu ;

création d'avoines résistantes à la Rouille noire.

La combinaison des résultats de ces trois séries de travaux devait donner finalement des variétés ayant de très bonnes caractéristiques agricoles. Le matériel de sélection créé à Dijon sur ces bases fut repris en 1938 à Versailles. Il est à l'origine de deux variétés inscrites au catalogue des espèces et variétés : *Véga* et *Ariane*.

L'action de CRÉPIN ne porta pas seulement sur ces deux céréales mais s'étendit à beaucoup d'autres plantes : Orge, plantes fourragères : Trèfle violet, Lotier, Pomme de terre. Sur cette dernière il s'occupa surtout, lors de son séjour à Dijon, des possibilités de production du plant sain en montagne et de l'intérêt de certaines variétés comme géniteurs de résistance aux viroses. Un travail de sélection, commencé dans le Morvan fut repris plus tard en Bretagne, dans de meilleures conditions de milieu.

On voit, en résumé, que l'action de CRÉPIN, au cours des années 1920-1940 eut, en France, non seulement valeur d'exemple, mais fut d'une grande efficacité pratique, en de nombreux domaines. Cette efficacité fut d'autant meilleure qu'il forma des élèves qui, chargés à leur tour de diriger des stations d'amélioration des plantes, répandirent ses méthodes, devenues maintenant classiques.

D. — LES TRAVAUX DES STATIONS D'AMÉLIORATION DES PLANTES DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

STATION CENTRALE DE VERSAILLES

En 1930, deux nouveaux services sont créés :

— Service d'identification des variétés, pour la vérification de l'identité et de la pureté des lots de semence. Il fonctionne pour le Blé, l'Avoine et la Betterave fourragère.

— Service d'étude des variétés nouvelles proposées à l'inscription au catalogue officiel, chargé de déterminer leur nouveauté et leur valeur agricole. L'étude de cette dernière se borne d'ailleurs pratiquement, pour les céréales autogames, à celle de la fixité.

L'organisation de ces services oriente, jusqu'en 1940, le travail de la Station centrale vers l'inventaire et l'étude taxonomique et agronomique du matériel végétal cultivé en France. Il se concrétise par la publication de monographies relatives aux variétés de blé, d'orge, d'avoine et de pomme de terre.

On ne fait pratiquemment pas de génétique et même le travail de sélection est peu important. Par contre, des études préliminaires sur la biologie des plantes cultivées sont entreprises à partir de 1935. Elles cherchent à préciser le mécanisme phy-

siologique de certains caractères d'importance agronomique, liés au type de développement, tels que l'alternativité et la précocité. D'autres recherches concernent le phénomène de dormance chez les semences d'orge.

En matière de pommes de terre, la Station centrale prend une part importante à l'organisation de la production de plants sains et prend en charge le contrôle à postériori qu'elle exige. Dans une annexe, installée à Bréhoulou, en Bretagne, en climat favorable à la production, elle sélectionne des familles saines des variétés les plus cultivées, pour les mettre à la disposition des syndicats multiplicateurs.

Un début de travail de sélection, entrepris au même endroit, sera continué après la guerre.

Profitant du voisinage de l'École nationale d'Horticulture quelques travaux purent être conduits sur arbres fruitiers. Ils permirent de donner un classement phénologique de nombreuses variétés de poirier et de pommier et de faire une étude caryologique de ces variétés, en relation avec la qualité du pollen.

En 1936 fut créé à la Station centrale un laboratoire d'étude de la biologie des plantes adventices. FRANCOIS qui en fut le titulaire avait étudié précédemment, à la Station d'essais de semences de Paris, les semences des plantes cultivées puis celles des adventices. Des problèmes importants sur l'origine des semences de légumineuses fourragères en particulier, se posaient à cette époque. Il essaya de les résoudre en caractérisant l'origine des lots par les semences de plantes adventices qu'ils renfermaient. Ceci l'amena à faire intervenir des considérations précises de géographie botanique et de systématique.

STATION DE COLMAR

Les recherches conduites à Colmar en dehors de certains travaux d'expérimentation, sur pommes de terre et légumineuses fourragères, faits en liaison avec Versailles et Clermont-Ferrand, concernent surtout le Blé et l'Orge.

Malheureusement, la durée de fonctionnement de la station, sous la direction de MENERET, fut trop brève pour que les résultats des travaux entrepris aient une répercussion profonde en culture. Elle fut provisoirement fermée en automne 1939, au début des hostilités. Trois variétés, cultivées en Alsace jusque vers 1939, *Alsace* 115 *Colmar* 115, *Squarehead* 240, avaient été obtenues par la station autour des années 1920. Depuis, un travail considérable d'hybridation avait été conduit, dans le but de doter la plaine d'Alsace de blés résistants à la verse, au froid, aux Rouilles et d'une qualité industrielle élevée. La seule variété ayant pu être lancée en culture était « *Vieux Ferrette* », sélectionnée dans la population de blé rouge d'Alsace et supérieure en rendement à *Alsace* 22 tout en ayant une résistance au froid suffisante. Les croisements qui ont donné naissance à *Hybride de la Noue* et *Colmar* (*V.* 27 × *Vieux Ferrette*) étaient à l'étude.

En ce qui concerne l'Orge, la sélection entreprise dans le but de remplacer les lignées locales, tirées de variétés de pays, *S.* 142, *S.* 179 et *S.* 164 n'avait pas encore abouti en 1939.

STATION DE CLERMONT-FERRAND

La station d'amélioration des plantes, sous la direction de SCHAD, étudie le Blé, l'Orge, le Seigle puis, plus tard, pendant la guerre 1939-1945, entreprend divers travaux sur certaines plantes industrielles : Soja, Lin. Enfin, à partir de 1932, son programme s'étend aux arbres fruitiers en particulier au Pommier.

La sélection du Blé, axée sur une résistance suffisante au froid, aux Rouilles, sur l'alternativité et surtout sur la qualité industrielle, aboutit à la création de deux variétés, l'une pour la montagne : *Blé des Dômes*, l'autre pour la plaine : *Magdalena*, alliant ces qualités à un degré assez élevé. Elles sont encore cultivées actuellement. A cette occasion une étude faite sur la valeur boulangère apporta quelques précisions sur l'influence de la variété, du milieu et des techniques culturales sur la qualité du grain.

Le problème posé par la culture de l'Orge, en Auvergne, était double.

Il s'agissait de doter la Limagne de variétés à bon rendement, résistantes à la verse, et les régions de production d'orge de malterie, renommées par leur qualité comme la Haute-Loire, de variétés de printemps capables de soutenir cette qualité tout en ayant des rendements suffisants.

Le premier problème fut résolu par l'introduction d'orges d'hiver étrangères dont la meilleure, en qualité et pour la résistance à la verse, se révéla être l'orge *Probstdorf* de TSCHERMAK.

Le second trouva sa solution dans une sélection poussée des orges du Puy dont certaines lignées furent inscrites au catalogue en 1940. Cette sélection, en obligeant de faire un choix entre de très nombreuses lignées, conduisit à revoir de plus près les méthodes d'essais de rendement, très lourdes à manier, utilisées par les stations. On fit appel, à partir de 1938, aux schémas d'essais préconisés par R. A. FISHER, dont l'utilisation se répandait à ce moment dans les pays anglo-saxons et scandinaves.

Les recherches sur le Seigle, conduites pourtant pendant de longues années, n'aboutirent pas à des résultats importants, par suite du manque de connaissances de base relatives à cette plante et de l'absence d'idées directrices dans la marche de la sélection. Elles furent arrêtées en 1939 et reprises sur de nouvelles bases beaucoup plus tard. Elles permirent cependant l'obtention d'une variété : *Grand Crouëlle*, de rendement meilleur que les populations de seigle de pays, tout en ayant leur souplesse de paille.

A partir de 1938, des études conduites sur le Lin et le Soja aboutirent, sinon à introduire en Auvergne la culture de ces plantes, du moins à quelques publications.

Celles concernant le Lin précisaient les caractéristiques variétales, les techniques culturales et le nom de variétés susceptibles de donner des résultats en Limagne. Elles montraient l'intérêt des méthodes de microrouissage pour la sélection.

Les recherches sur le Soja fort étendues pendant plusieurs années donnèrent lieu à la publication d'une monographie de cette plante. On y précisait la description des principales variétés, leur intérêt agronomique et industriel ainsi que les techniques culturales à leur appliquer en Limagne. Un certain nombre de points concernant leur biologie étaient étudiés.

Les recherches sur les arbres fruitiers ne prirent jamais une très grande extension, faute de place et de moyens. Quelques études de biologie permirent notamment de mieux définir la taille à appliquer à la variété *Canada blanc*, les porte-greffes à utiliser et les variétés pollinisatrices à incorporer dans les vergers. Un travail fait en liaison avec M^{lle} GAGNIEUX de l'Université de Strasbourg, permit de donner des indications sur la qualité du pollen de nombreuses variétés en relation avec leurs caractères caryologiques.

Station d'Antibes

En 1936, Simonet succédait comme directeur de cette station au Dr Poirault. En dehors de travaux de botanique concernant les classifications des Agrumes ou du Figuier, il s'intéressa surtout à des études de cytologie.

En 1937, F. Blakeslee signalait l'intérêt de la colchicine pour l'obtention de végétaux polyploïdes. Simonet et ses collaborateurs utilisèrent cette nouvelle technique et purent obtenir, parmi les premiers en Europe, des plantes polyploïdes chez un certain nombre d'espèces, en particulier chez le Lin, les Pétunia et les Radis. Ils montraient d'ailleurs que d'autres corps : les α-monochlorobenzène et α-monobromonaphtalène ou les vapeurs de paradichlorobenzène étaient capables d'entraîner les mêmes effets.

D'autres travaux, basés sur des études caryologiques, concernaient des espèces et hybrides d'*Agropyrum* et les Cistes.

Station d'arboriculture fruitière de Pont de la Maye

Cette station qui avait fonctionné en tant que station d'avertissements agricoles au Centre de Recherches agronomiques de Bordeaux depuis 1924, fut transformée à partir de 1932 par l'adjonction d'une section d'amélioration des plantes, orientée vers l'arboriculture fruitière. D'importantes collections d'arbres fruitiers à noyau y furent réunies à partir de 1934. La guerre vint malheureusement arrêter provisoirement cet effort qui ne fut repris qu'après 1944.

Conclusion

Si l'on veut apprécier avec justice le travail fait par les stations officielles d'amélioration des plantes, entre les deux guerres, il faut avoir présent à l'esprit un certain nombre de faits :

A la fin de la guerre de 1914, l'amélioration des plantes en France était relativement peu développée. Elle manquait de bases scientifiques et de chercheurs. Les acquisitions de la génétique, faites depuis le début du siècle, qui n'étaient d'ailleurs que peu enseignées chez nous, n'avaient que faiblement influencé le travail des sélectionneurs. Cet état a persisté longtemps, même au Service de Phytogénétique de l'Institut des Recherches agronomiques. C'est grâce à l'influence d'hommes comme Crépin et à l'arrivée aux postes de responsabilité de chercheurs plus jeunes, qu'une évolution se fit peu à peu vers des idées nouvelles.

Le nombre de chercheurs présents dans les stations fut toujours dérisoirement faible. La Station centrale, qui comptait le plus de personnel, n'a disposé, au maximum pendant cette période, que de huit personnes devant faire face à l'ensemble des problèmes soulevés par l'amélioration des plantes, dans le domaine de la recherche, de la technique et de l'organisation de la production des semences. Ce nombre est resté stagnant à partir de 1932 par suite de la suppression de l'Institut des Recherches agronomiques et le rattachement des stations à la Direction de l'Agriculture du Ministère de l'Agriculture, fait qui fut pratiquement accompagné de la suppression de tout recrutement.

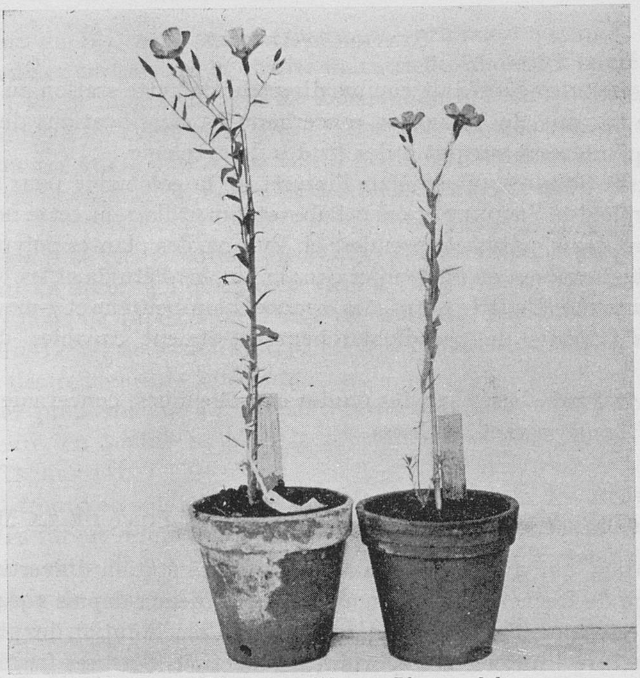


FIG. 1. — Linum grandiflorum *Plantes adultes*
A. Témoin.
B. Mutant colchicinique $4n$.

Photo Simonet.



FIG. 2. — Petunia violacea *Hort. Plantes adultes*
A. Témoin.
B. Mutant colchicinique $4n$. Les feuilles de base sont encore déformées à la suite de l'application de la colchicine.

Photo Simonet.

Les problèmes à traiter étaient très nombreux et d'apparence complexe, faute souvent d'avoir été correctement posés. Ce n'est qu'à force de travail et de réflexion que la situation put être peu à peu éclaircie et qu'il fut possible de débroussailler le terrain pour y construire plus tard une organisation plus satisfaisante. Cette période fut donc une phase préparatoire mais aussi une période de réalisation. L'inventaire du matériel végétal, l'amélioration progressive des méthodes de base, l'organisation de services comme celui du catalogue dont nous allons dire maintenant quelques mots, rendirent à l'agriculture des services importants.

E. — LE COMITÉ TECHNIQUE PERMANENT DE LA SÉLECTION ET LA RÉGLEMENTATION CONCERNANT LES SEMENCES

Le travail des sélectionneurs, l'introduction en France de nombreuses variétés étrangères, la propagande des établissements vendant des semences, avaient entraîné une augmentation rapide du nombre de variétés proposées aux acheteurs mais cette augmentation et cette commercialisation se faisaient dans la confusion.

Vers les années 1930, le nombre de variétés de blé figurant sur les catalogues commerciaux était de plusieurs centaines.

Un nombre aussi élevé de variétés ne pouvait évidemment pas être multiplié dans des conditions garantissant une pureté variétale suffisante. De nombreuses dénominations étaient incorrectes, assez souvent mal définies, leurs caractéristiques mal connues. La même chose se passait pour les autres espèces. Une mise en ordre s'imposait.

La loi du 1er août 1905, relative à la répression des fraudes, avait permis de prendre un certain nombre de dispositions destinées à normaliser le commerce des semences.

En 1920 un décret d'application de cette loi créait un Comité de contrôle des semences. Mais le peu de précision des tâches qui lui furent confiées et le fait qu'il ne pouvait pas s'appuyer sur un travail technique suffisant, freinèrent son action.

Il faut arriver en 1932 pour que le travail du Comité soit plus efficace par suite des travaux de description et d'identification poursuivis depuis quelque temps, sur des collections importantes, par la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles.

Un décret du 16 novembre 1932 précisait la tâche confiée au Comité et créait un « Catalogue des Espèces et Variétés cultivées en France ».

Il s'agissait d'établir une liste des variétés commercialisées répondant à des critères précis d'identification, avec l'indication des seules dénominations sous lesquelles elles pourraient être commercialisées.

Une fois le catalogue établi pour une espèce, une variété nouvelle de cette espèce ne pouvait y figurer que si elle satisfaisait à certains critères : nouveauté, homogénéité, stabilité. Ces critères suffisaient pour remettre un certain ordre dans le commerce des semences, mais en admettant à l'inscription toutes les variétés y satisfaisant, dont beaucoup étaient d'un intérêt agronomique contestable, le Comité n'avait pas d'influence réelle sur l'amélioration des variétés, donc sur l'orientation de la sélection.

Ce décret présentait un] autre inconvénient : aucun texte ne prévoyait la radiation du catalogue d'une variété inscrite, même si elle était très largement dépassée par des variétés nouvelles.

En 1942, un décret du 24 février remplaçait le Comité des semences par le Comité technique permanent de la Sélection des Plantes cultivées (C. T. P. S.) ayant une composition et des attributions élargies. Il avait mission, en particulier, de s'intéresser à toutes les questions relatives à l'amélioration des plantes, à la production et au commerce des semences et de proposer toutes mesures utiles dans ce domaine.

En ce qui concerne la sélection, en plus des critères anciens, les inscriptions au catalogue furent peu à peu basées sur des caractéristiques d'intérêt agronomique : productivité, résistance aux accidents du milieu physique et aux maladies, qualité des produits. Le catalogue devenait ainsi un instrument de progrès et d'orientation du travail des sélectionneurs.

Peu à peu, à mesure que les études faites dans les stations progressaient, de nouvelles sections y furent ouvertes. Elles intéressaient les principales espèces de plantes cultivées. Seules les plantes florales et ornementales n'avaient pas encore été englobées dans ce travail d'organisation et d'information des sélectonneurs et des producteurs.

L'arrêté du 16 novembre 1932 ayant un peu vieilli après vingt ans et les conditions économiques et techniques ayant évolué, il fut remplacé le 23 septembre 1960 par un nouveau texte définissant une organisation interne nouvelle et réorganisant la représentation des organisations professionnelles au sein du Comité.

Celui-ci comprend une section générale et onze sections chargées d'une ou de plusieurs espèces : Céréales, Maïs, plantes oléagineuses et Lin, plantes fourragères, plantes maraîchères, potagères et florales, Betteraves, Pommes de terre et Topinambour, arbres fruitiers, plantes ornementales à multiplication végétative, Vigne, arbres forestiers.

En même temps un décret du 22 janvier 1960 réorganisait le catalogue. Il assouplissait son fonctionnement, fixait la durée de l'inscription des variétés, les conditions dans lesquelles elles seraient examinées et expérimentées avant leur admission.

L'Institut national de la Recherche agronomique est chargé d'assurer ces études.

Le décret du 16 novembre 1932 définissait également à quelles caractéristiques devait répondre une semence. Un nouveau décret, paru le 11 juin 1949 le complète. C'est lui qui sert actuellement de charte au commerce des semences.

Dans le même but : améliorer la qualité des semences, un certain nombre d'espèces furent soumises à une réglementation spéciale. Des Commissions Officielles de Contrôle (C. O. C.) furent créées pour la production de plants de pommes de terre, des semences de maïs, de lin, des plantes oléagineuses, des plantes fourragères.

Leur rôle est de réglementer la production des semences de ces espèces d'après les avis donnés par le Comité technique permanent de la Sélection et de contrôler l'application des règles édictées. Ce rôle est sanctionné par une certification officielle des lots de semences qui ne peuvent être commercialisés sans étiquette officielle. Il est probable que peu à peu l'ensemble des semences produites pourra être ainsi officiellement certifié.

On voit que le rôle du Comité technique permanent de la Sélection n'a cessé de grandir. Il est devenu l'organisme consultatif responsable de l'ensemble de la sélection en France. Il est un lieu de contacts fructueux entre fonctionnaires d'administration, chercheurs des stations officielles, sélectionneurs privés et utilisateurs.

VI. — LA PÉRIODE DE 1945 A 1960

A. — LES STATIONS D'AMÉLIORATION DES PLANTES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

L'Institut des Recherches agronomiques, supprimé en 1932 fut reconstitué par une loi du 18 mai 1946 sous le nom d'Institut national de la Recherche agronomique. On lui rattacha les anciennes stations d'amélioration des plantes du Ministère de l'Agriculture. D'autres stations furent créées. Elles sont actuellement au nombre de 17, groupées dans la discipline « Génétique et Amélioration des Plantes ».

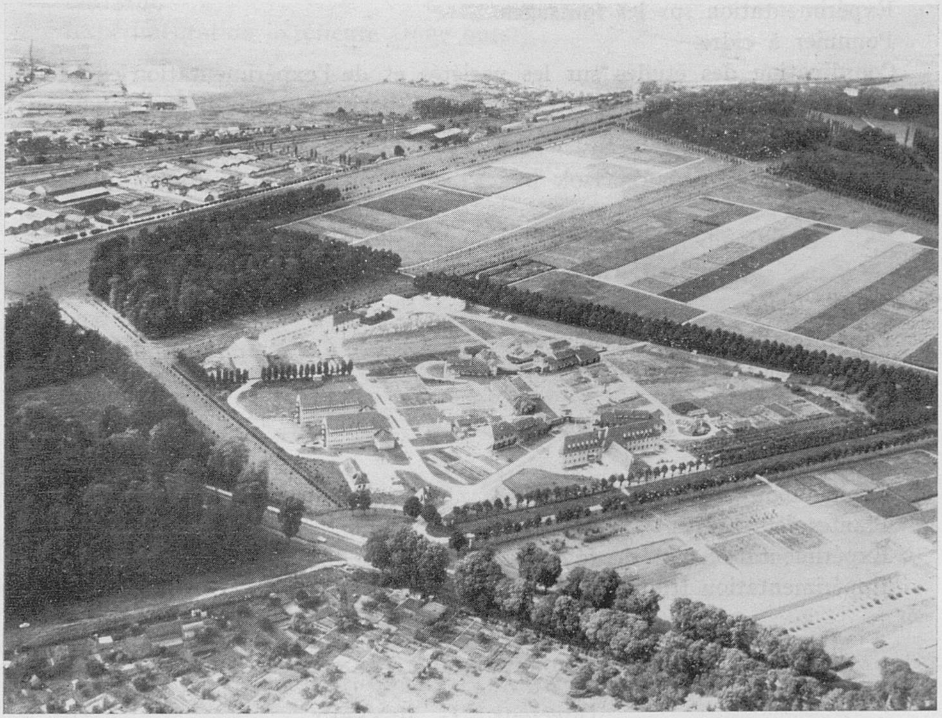


FIG. 3. — *Le Centre national de Recherches agronomiques de Versailles*

Les recherches y sont assurées actuellement par 75 membres du cadre scientifique, 165 ingénieurs et techniciens, 615 ouvriers. Leur implantation et l'orientation de leur travail sont données ci-dessous.

STATION CENTRALE DE GÉNÉTIQUE ET D'AMÉLIORATION DES PLANTES — VERSAILLES

Directeur : R. MAYER

Domaine de Versailles,

Expérimentation au domaine de la Minière,

Domaine du Vieux Pin (Orne)

Secteurs d'activité.

Laboratoire de cytogénétique, laboratoire d'étude sur les mutations.

Blé.

Maïs (zone nord).

Plantes potagères (zone nord).

Lin.

Crucifères oléagineuses.

Betteraves (sucrière et fourragère).

Expérimentation sur les fourrages.

Pommier à cidre.

Coordination des études sur les variétés et de l'expérimentation extérieure.

— zone d'expérimentation extérieure : Région parisienne, Nord, Normandie.

STATION D'AMÉLIORATION DES PLANTES DE CLERMONT-FERRAND

Directeur : A. CAUDERON

Domaine de Crouelle

Secteurs d'activité.

Laboratoire de cytogénétique.

Orge.

Seigle.

Maïs (Centre).

Blé.

Topinambour.

Plantes fourragères.

Expérimentation extérieure (Massif central).

Expérimentation fruitière.

STATION D'AMÉLIORATION DES PLANTES DE DIJON

Directeur : G. MENERET

Domaine d'Epoisses — Brétenières (Côte d'Or)

Domaine de Colmar (Haut Rhin)

Domaine d'étude du froid — Chaux des Prés (Jura)

Secteurs d'activité.

Blé.

Orge.

Millet.

Plantes fourragères (Trèfle, Féveroles).
Moutarde.
Houblon.
Expérimentation extérieure (zone est).

Station d'Amélioration des Plantes de Rennes

Directeur : professeur Moule

Domaine de la Harpe

Secteurs d'activité.

Plantes fourragères (Crucifères, Trèfle incarnat, Féveroles, associations fourragères annuelles).
Topinambour.
Avoine.
Sarrasin.
Expérimentation extérieure (zone ouest).

Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier

Directeur : professeur Cotte

Domaine de Lavalette (Hérault).
Expérimentation au domaine du Merle (Bouches-du-Rhône)
Domaine de Saint-Martin-de-Hinx (Landes)

Secteurs d'activité.

Blé tendre et Blé dur.
Orge.
Maïs (zone sud et sud-ouest).
Sorgho.
Riz.
Plantes fourragères (Luzerne, Sainfoin, Graminées).
Plantes textiles et papetières.
Plantes oléagineuses (Tournesol, Ricin, Olivier).
Expérimentation extérieure (zone sud et sud-ouest).

Station d'Amélioration des Plantes Fourragères de Lusignan

Directeur : Y. Demarly

Domaines du Chêne,
des Verrines,
de la Pétinière

Secteurs d'activité.

Amélioration des principales plantes fourragères perennes (Luzerne, Sainfoin, Trèfle blanc, Dactyle, Fétuques, Ray-Grass, Fléole).

Techniques culturales et d'exploitation ; assolements fourragers.

Station d'Amélioration de la Pomme de Terre de Landerneau

Directeur : P. Madec

Domaine de Keraiber, Ploudaniel (Finistère)

Secteur d'activité.

Amélioration de la Pomme de terre.

Station d'Amélioration des Plantes Maraîchères de Montfavet

Directeur : P. Pecaut

Domaine Saint-Maurice, Montfavet (Vaucluse)

Secteurs d'activité.

Tomate.
Melon.
Piment.
Artichaut
Asperge.
Fraisier.

Laboratoire de Recherches sur les Plantes fourragères de Rouen

Directeur : L. Hedin

Secteurs d'activité.

Écologie des espèces fourragères prairiales.
Évolution des prairies naturelles et temporaires.
Étude des régions naturelles.

Laboratoire d'Amélioration des Plantes d'Antibes

Directeur : M. Vinot

Secteur d'activité.

Étude des plantes florales et à parfum :
Œillet.
Rosier.
Lavande.

Station d'Arboriculture fruitière de Pont-de-la-Maye

Directeur : J. Souty

Domaine de la Grande-Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde)
Domaine de l'Ile-d'Arsins (Gironde)
Domaine de la Tour-de-Rance, Bourran (Lot-et-Garonne)

Secteur d'activité.

Amélioration des essences fruitières à noyau :
Pêcher.

Prunier.
Abricotier.
Cerisier.
Amandier.

Station d'Arboriculture fruitière d'Angers

Directeur : P. Remy

Domaine de Bois-l'Abbé, Angers (Maine-et-Loire)
Domaine de Belle-Beille, Angers

Secteur d'activité.

Amélioration des essences fruitières à pépins.
Pommier.
Poirier.

Station d'Amélioration du Chataignier et du Noyer de Malemort (Corrèze)

Directeur : G. Solignat

Domaine de Gaubert à Terrasson (Dordogne)

Secteur d'activité.

Amélioration du Châtaignier et du Noyer.

Station de Recherches viticoles de Pont-de-la-Maye (Gironde)

Directeur : L. Levadoux

Domaine du Grand Parc, La Tresne (Gironde)

Secteurs d'activité.

Amélioration de la Vigne.
Cépages.
Porte-greffes.
Ampélotechnie.

Station de Recherches viticoles de Montpellier (Hérault)

Directeur : Professeur Branas

Domaine de Vassal, Marseillan (Hérault)

Secteurs d'activité.

Étude ampélographique et sélection clonale.
Amélioration de la résistance de la Vigne aux maladies et parasites.
Expérimentation dans la région sud.

Station de Recherches viticoles de Colmar (Haut-Rhin)

Directeur : P. Huglin

Domaine de Bergheim (Haut-Rhin),
Domaine de Cours-sur-Loire (Nièvre)

Secteurs d'activité.

Amélioration de la Vigne dans l'est de la France.
Cépages.
Porte-greffes.
Ampélotechnie.

Station d'Essais de Semences de Paris

Directeur : P. Voisenat

Secteurs d'activité.

Biologie et pathologie des semences.
Contrôle variétal.
Contrôle spécifique.
Contrôle biologique.

Orientation générale des recherches et de la sélection

Recherches.

La diminution progressive de la part d'empirisme présidant à la création de variétés améliorées de plantes cultivées est obtenue en basant les travaux de sélection sur des connaissances de plus en plus précises de physiologie, de pathologie, de climatologie et de génétique. Le progrès de ces travaux dépend étroitement de celui de ces sciences fondamentales. C'est par une meilleure analyse des processus physiologiques, conduisant finalement à la connaissance de leur déterminisme héréditaire que des caractères tels que le type de développement d'une céréale ou d'un arbre fruitier, la résistance à un parasite, peuvent être pris comme objet d'une sélection rationnelle, faite aux moindres frais et dans le minimum de temps.

Ces travaux peuvent difficilement être conduits par des chercheurs ne possédant qu'une formation fragmentaire de biologiste qui ne dépasserait pas celle d'un bon généticien. Ils doivent, au contraire, être au fait des données de la physiologie et de la pathologie, autant que de la génétique et posséder, de surcroît, de solides connaissances d'agronomie.

Aussi, lorsqu'il est question, à propos de sélection, de génétique appliquée, ne faut-il jamais oublier que la génétique seule ne suffit pas pour faire progresser l'amélioration des plantes cultivées et qu'elle intervient surtout pour préciser les possibilités d'amélioration et rationaliser les méthodes de sélection et de multiplication.

Cependant, contrairement à la plupart des disciplines qui étudient les phéno-

mènes naturels pour tirer de leur connaissance des techniques intéressant l'agriculteur, l'amélioration des plantes se propose avant tout, de créer des êtres nouveaux. Comme c'est la génétique qui en fournit les méthodes, il est bon, en quelques mots, de définir l'orientation actuelle des recherches de génétique, dans les stations d'amélioration des plantes.

Ces recherches suivent trois tendances :

1°) recherche du déterminisme génique de caractères conditionnés par des gènes majeurs donnant lieu à des travaux classiques de génétique mendélienne. Elle concerne des caractères qualitatifs importants : développement, divers types de résistance aux maladies, colorations, nature des réserves, etc.

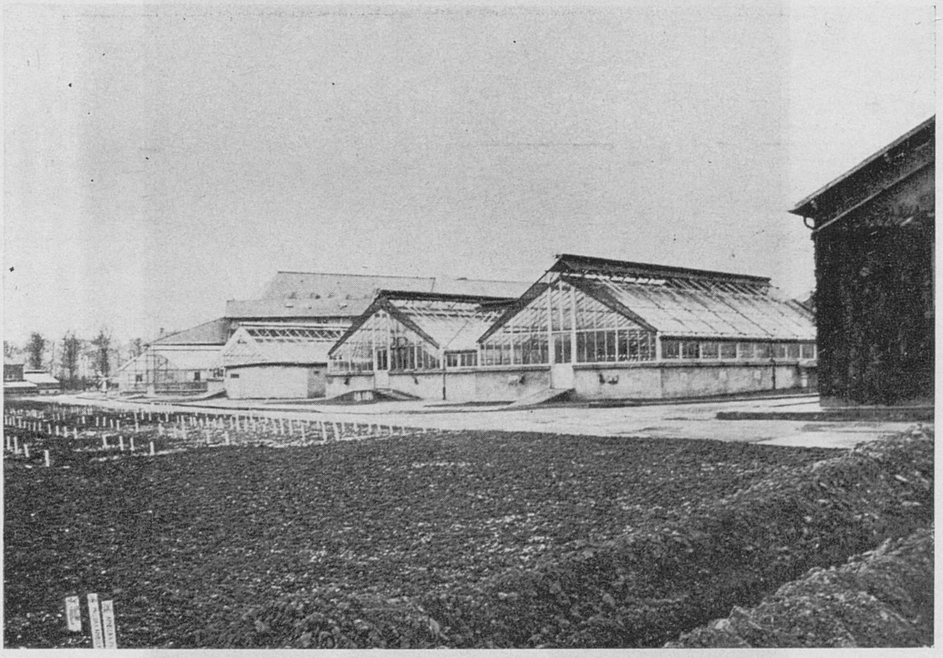


FIG. 4. — *Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes — Les serres*

Photo I. N. R. A.

2°) recherches portant sur des caractéristiques conditionnant la capacité de rendement des plantes (ramification, nombre et grosseur des grains et des fruits, dimensions des feuilles, rapidité de croissance, teneur en principes utiles, etc.), ainsi que sur la vigueur. L'analyse de ces caractéristiques dans différentes conditions de culture et l'étude de leur héritabilité, posent des problèmes de génétique quantitative. La vigueur, en particulier la vigueur hybride, dont l'étude est fondamentale pour la sélection, fournit un vaste champ d'investigations.

3°) travaux de génétique évolutive, importants pour la sélection des populations de plantes à fécondation croisée et pour la multiplication rationnelle des variétés issues de cette sélection.

A côté de ces recherches, signalons deux secteurs de travaux ayant pour but d'augmenter la variabilité du matériel de sélection et qui font appel à des techniques particulières : l'utilisation des croisements interspécifiques et intergénériques, l'obtention de mutations induites.

Les croisements interspécifiques et intergénériques tendent de plus en plus à faire appel à des plantes sauvages préalablement soumises à la sélection pour cer-



FIG. 5. — *Mutation somatique obtenue sur un greffon de la variété de pommier* William's Striped, *irradié avant le greffage, aux rayons* gamma *du cobalt 60 (Dose utilisée 6 000 Rœntgens). Noter l'apparition d'un rameau à feuilles blanches, par absence de chlorophylle. Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles.*

Photo Larousse.

tains caractères dont on désire enrichir le patrimoine héréditaire d'une espèce cultivée.

C'est ainsi que l'on fait appel, actuellement, dans les stations françaises, aux Chiendents, aux *Aegilops*, à divers *Triticum* tétraploïdes, en vue d'améliorer la résistance du Blé tendre aux maladies (Rouille brune, noire, Piétin). Des croisements entre *Festuca* et *Lolium* ont pour but de conférer au Ray-grass certaines qualités des Fétuques (résistance à la sécheresse). L'utilisation de *Beta maritima*,

en croisement avec la Betterave cultivée, permettra peut-être d'obtenir des variétés de betteraves tolérantes à la Jaunisse. Les croisements entre Vigne française et espèces américaines : *V. rupestris, V. riparia, V. berlandieri, V. labrusca, V. cordifolia* en vue d'obtenir des cépages résistants au Mildiou et au *Phylloxera,* sont classiques.

Des croisements intergénériques entre plantes cultivées (Blé × Seigle, Navette × Chou) sont étudiés avec des objectifs analogues.

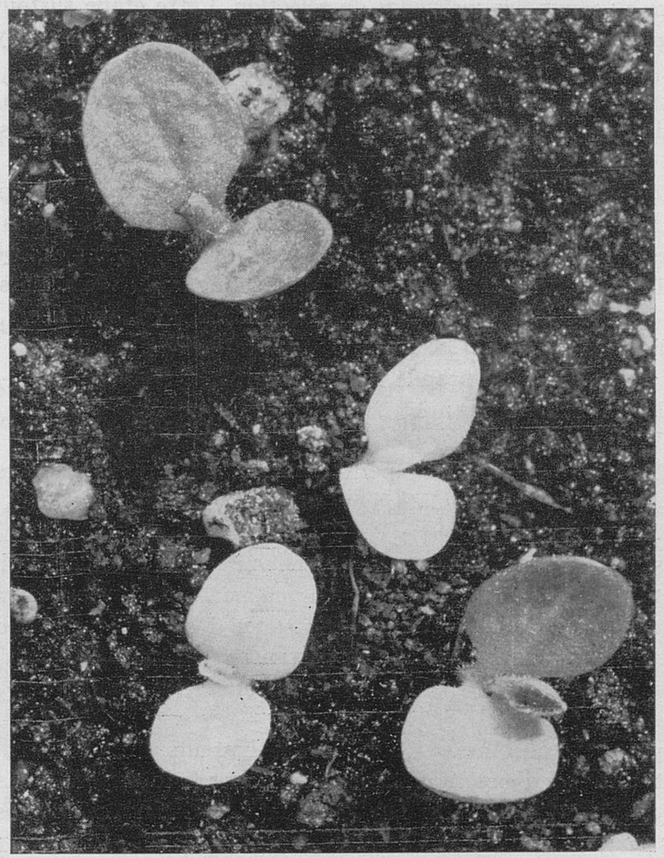


FIG. 6. — *Mutants de type albina apparus parmi la descendance d'une plante de laitue traitée aux substances mutagènes (oxyde d'éthylène à 1,5 p. 1 000). Les deux plantules témoin sont vertes. Les mutants sont blancs. Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles.*

Photo Larousse.

Ces travaux délicats, exigent un contrôle cytologique précis et l'utilisation des techniques de polyploïdisation et de culture d'embryons.

Les techniques permettant d'obtenir, grâce à l'action des radiations ionisantes et des substances radiomimétiques, des mutations induites intéressantes sont encore peu perfectionnées mais concourront certainement, dans l'avenir, à l'augmentation de la variabilité du matériel génétique utilisé.

Sélection

Dans les travaux conduisant à la création et à l'utilisation d'une variété nouvelle, on peut discerner quatre grandes étapes :

1°) Inventorier le matériel végétal existant qui peut être, soit directement utilisable, soit servir de départ aux améliorations futures. Ce travail est accompagné d'études descriptives dont les résultats sont en général publiés sous forme de monographies.

2°) Mettre au point des méthodes de sélection. Cette étape surtout fait appel aux connaissances théoriques et aux recherches fondamentales de physiologie de la résistance (races physiologiques), de génétique.

3°) Créer des plantes nouvelles. Ce travail se fait en pépinières, en serre et au champ d'essai. Il exige des surfaces importantes de terrain destinées aux expériences.

Depuis 1946, un certain nombre d'acquisitions de domaines expérimentaux ont été faites, permettant un travail plus étendu et dans de meilleures conditions. Il s'agit de domaines à destination mixte, susceptibles de porter des pépinières de sélection et des expériences de plein champ ou uniquement destinées à l'expérimentation et à la multiplication de variétés et souches sélectionnées.

L'ensemble représente 659 hectares, dont :

483 pour les plantes de grande culture ;

88 pour les arbres fruitiers ;

88 pour la vigne.

Ils sont équipés en vue de l'expérimentation, ce qui suppose des locaux de conservation, des salles de manipulation et de préparation d'échantillons, des moyens mécaniques importants.

A ces possibilités expérimentales s'ajoutent celles qu'offre un service d'expérimentation extérieure, destiné à éprouver d'une part la valeur des créations des stations, d'autre part celle des variétés en instance d'inscription au catalogue.

Au réseau embryonnaire d'expérimentation extérieure, existant autour des stations de Versailles et de Clermont-Ferrand, avait fait place à partir de 1943, un réseau plus dense.

Celui-ci, par suite de l'inexpérience des cultivateurs chez lesquels se faisaient les essais, des techniques d'expérimentation utilisées et de la rareté des visites d'essais par manque de moyens, accusait annuellement un déchet allant jusqu'à 40 et 50 p. 100 des champs établis.

Ce n'est qu'à partir de septembre 1947, quand il fut possible de spécialiser du personnel dans la tâche d'expérimentateur, que les réseaux d'essais purent être réorganisés et unifiés. Pour les plantes de grande culture, cinq grandes zones furent rattachées aux stations de Versailles, Rennes, Dijon, Clermont-Ferrand et Montpellier. Le nombre d'essais faits sur les diverses plantes, dans ces zones, se montait en 1959, à 302. Les champs inutilisables par faute technique sont maintenant très rares.

Des réseaux analogues existent pour les arbres fruitiers.

A côté de ces réseaux d'essais établis chez les agriculteurs et destinés surtout à l'étude des variétés nouvelles, des essais de recherche sont établis dans les domaines expérimentaux. Ceux-ci ont pour but l'étude du matériel en cours de sélection,

sur petites parcelles, la mise au point des techniques culturales et d'assolements nouveaux. Environ 12 000 parcelles expérimentales avaient été établies dans ces conditions, en 1959, sur plantes de grande culture.

Ces essais sont complétés par l'installation à Chaux-des-Prés, dans le Jura, d'une station d'étude de la résistance des plantes au froid.

4°) Étudier de meilleures conditions d'exploitation et de multiplication du nouveau matériel.

Ce dernier point conduit à un secteur d'activité très important en pratique. Il a été pris en charge par les stations pour tout ce qui touche son aspect technique. Il s'agit de la législation sur les semences, du catalogue des variétés cultivées en France, du contrôle de l'identité et de la pureté des variétés.

Dans le cadre ainsi défini, voyons pour les différentes productions quel a été l'avancement des recherches de 1946 à 1960.

Céréales

1. Blé

Les buts généraux de sélection sont restés les mêmes que pendant la période précédente. Le premier reste toujours une très haute capacité de production et une réponse favorable à l'application de doses croissantes d'engrais, en particulier d'engrais azotés. Cette caractéristique est primordiale parce qu'elle conditionne

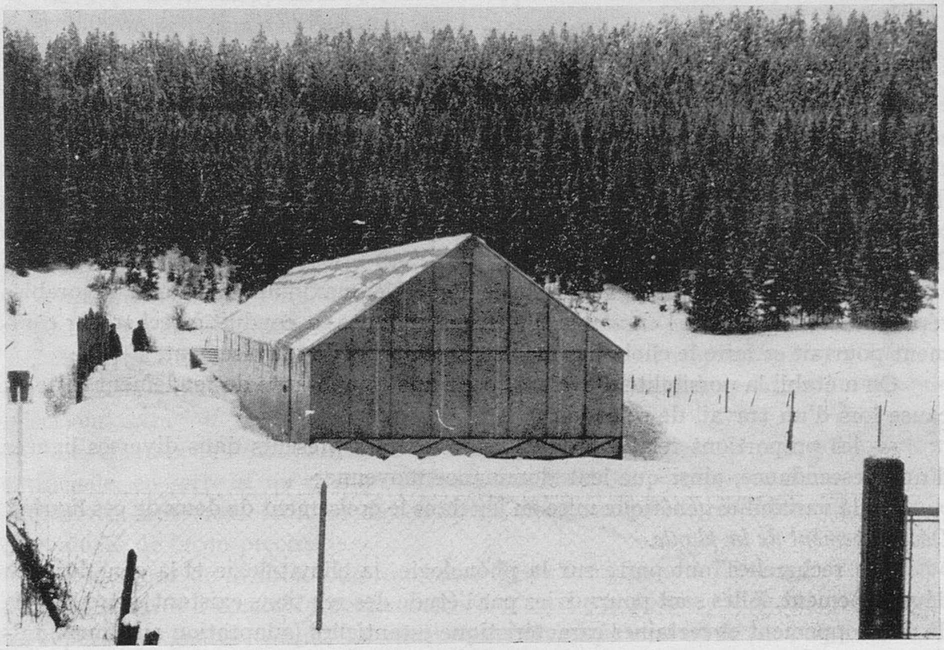


FIG. 7. — *Installation de protection contre la neige, pour l'étude de la sensibilité des plantes au froid. Chaux-des-Prés, Jura.*

Photo St. Amel Plontes, Dijon.

la rentabilité de la culture du Blé dans un pays de culture intensive comme la France. Sans elle, l'amélioration d'autres caractères ne constitue pas un progrès réel.

Les autres découlent des aléas de la production elle-même : destruction par le froid, pendant l'hiver 1938-1939 de 1 500 000 hectares de cultures, en 1946-1947 de 1 800 000 hectares, en 1955-1956 de 3 millions d'hectares ; perte par la Rouille noire de 20 à 30 p. 100 de la récolte en 1942 et en 1952, réapparition à partir de 1951 de très forte années à Piétin verse et à Rouille brune dans le sud-ouest de la France, extension de plus en plus grande de Fusarioses et de Septorioses. Si la Rouille jaune est actuellement moins à craindre, c'est qu'un sérieux effort de sélection a déjà été fait et que la plupart des variétés actuellement cultivées sont peu sensibles. Elle reste cependant un élément important à considérer dans les programmes de sélection comme l'ont montré les très fortes attaques de 1961.

Enfin, s'il est difficile de mesurer les pertes dues à certains facteurs du climat, ceux entraînant l'échaudage physiologique par exemple, celles-ci n'en sont pas moins très graves certaines années et la lutte, par voie de sélection, contre de telles adversités doit être envisagée.

Les méthodes de sélection utilisées dans les stations depuis dix ans sont caractérisées par :

— le désir de rendre ces travaux moins empiriques, en leur fournissant des bases théoriques plus certaines,

— l'utilisation de tests de résistance plus efficaces ;

— un travail entre stations mieux coordonné.

a) *Recherches fondamentales*

Capacité de production.

Une série d'études sur les composantes du rendement (poids moyen du grain, nombre de grains par épis, tallage moyen) faites en vue de rechercher de meilleures techniques de semis ont conduit à les mesurer sur des plantes de diverses descendances d'hybrides. On a montré qu'il était possible de se servir de certaines de ces valeurs pour conduire une sélection pour le rendement sur les premières générations de la descendance d'un hybride.

Le désir d'accumuler sur une seule lignée le maximum de gènes favorables répartis à l'intérieur de l'ensemble d'une descendance, a conduit à rechercher comment pourrait se faire le choix des meilleurs géniteurs de recroisement.

On a établi la possibilité d'évaluer, pour une composante de rendement mise en cause lors d'un travail de sélection :

— les proportions relatives de gènes favorables présents dans diverses lignées d'une descendance, ainsi que leur dominance moyenne ;

— la variabilité génétique mise en jeu dans le croisement de deux de ces lignées.

Développement de la plante.

Les recherches ont porté sur la phénologie, la climatologie et la génétique du développement. Elles sont poursuivies par l'étude des relations existant entre le type de développement et certaines caractéristique essentielles (adaptation au climat, tallage, résistance au froid, comportement à l'égard de certaines maladies).

La phénologie du développement a été précisée en fonction des stades de l'apex et de l'épi. Deux stades ont été retenus comme correspondant à une modification

importante de l'activité méristématique de la plante ; leur signification ressort aussi bien d'études biométriques (courbes de croissance), morphologiques (morphogenèse des organes) ou climatologiques. Ces stades délimitent la phase végétative, la phase d'induction à la floraison, la phase d'élongation.

Les recherches conduites sur des semis échelonnés, ont permis de définir les principales différences existant, à cet égard, entre variétés de type de développement « hiver » ou « printemps » et de préciser les composantes climatiques qui rendent compte de la durée des diverses phases de développement. On a pu établir en particulier que la vitesse moyenne de développement d'une variété de type « hiver » est limitée par la seule température moyenne, durant la phase végétative, tandis que durant la phase d'induction à la floraison, l'effet limitant résulte d'une interaction entre durée du jour et température, liée à la variation de la durée du jour. Pour une telle variété, la phare végétative se réalise pour une somme de températures moyennes journalières sensiblement constante, tandis que la formation des ébauches d'épillets est très ralentie en conditions de jours stables ou surtout décroissants, quelle que soit la température.

L'étude de croisements diallèles entre variétés à type de développement « hiver » intermédiaire et « printemps » ainsi que des croisements entre variétés d'hiver et lignées monosomiques de la variété *Chinese spring* a montré que les caractéristiques d'alternativité sont essentiellement déterminées par la composition d'un nombre restreint de *loci* portés par des chromosomes homéologues (II, XIII et XX d'une part, IX et XVIII d'autre part). Les gènes présents sur de tels *loci* ont des effets cumulatifs.

Le type de développement est un phénomène continu déterminé par l'interaction d'un nombre restreint de gènes majeurs.

Résistance aux maladies.

Une assez bonne résistance à la Rouille jaune étant déjà acquise par les meilleures variétés françaises, c'est la résistance à la Rouille noire qui a constitué le premier objectif de sélection. Une étude entreprise à partir de 1951 montre que pour un certain nombre de descendances d'hybrides, la transmission de la résistance fait intervenir deux *loci* indépendants, porteurs de séries d'allèles de constitution différente pour les divers génotypes parentaux utilisés. Le comportement des plantes à l'égard de *Puccinia graminis Pers.* dépend de l'interaction de ces divers gènes : relations d'épistasie ou effets cumulatifs suivant le stade de la plante et la composition des *loci*.

A partir de 1951, la recherche de la résistance à *Cercosporella herpotrichoïdes Fron.* agent principal du Piétin-verse des céréales fut ajoutée au programme de sélection.

Les travaux de Foex permirent de trouver rapidement des techniques d'infection artificielle, en serre et au champ. Grâce à une méthode appropriée de notation de dégâts, des différences notables de sensibilité entre variétés furent mises en évidence et évaluées de façon précise.

Le manque de géniteurs de résistance à ce champignon à l'intérieur du groupe des blés tendres a conduit à rechercher s'il n'était pas possible d'en retrouver dans les espèces ou genres voisins. La résistance d'*Aegilops ventricosa* ($n = 14$) fut mise à profit. Un hybride entre cette espèce et *Triticum Timopheevi* ($n = 14$) avec recroisement par ce dernier a permis d'obtenir des descendants à $n = 21$ parfaitement fertiles. Des croisements analogues, repris avec d'autres espèces de blés tétraploïdes

ont conduit à des lignées à $n = 21$ qui, recroisées avec des blés tendres, ont montré dans leur descendance une bonne résistance au piétin. Ces recherches ouvrent une voie intéressante dans l'utilisation des plantes sauvages en vue de créer des géniteurs. Elles supposent cependant une étude préalable de l'espèce sauvage dont l'utilisation est envisagée.

Cette nécessité a mené à l'étude du genre *Agropyrum* et les possibilités qu'il offre d'hybridation avec le blé. On a pu définir les espèces et sous-espèces de Chiendent spontanées en France et démontrer qu'elles forment une série polyploïdes à l'intérieur du genre. Un certain nombre d'hybrides et d'amphidiploïdes expérimentaux ont été obtenus en croisement, avec les blés hexaploïdes et tétraploïdes.

En dehors de l'obtention de plantes perennes éventuellement intéressantes, pour

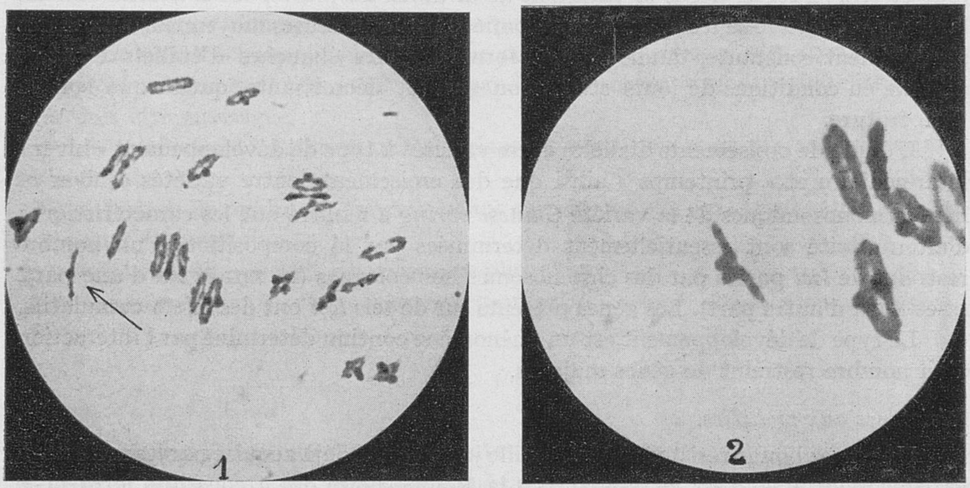


FIG. 8. — *Métaphase réductionnelle dans une lignée d'addition stable et fertile sélectionnée à partir de croisements (Triticum æstivum × Agropyrum intermedium) × (T. æstivum)*[3]. *Cette lignée d'addition possède* 2n = 44 *chromosomes : 21 paires venant du Blé et 1 paire venant de l'Agropyrum. Le chromosome apporté par l'Agropyrum a perdu l'un de ses bras (télocentrique).*

1) Une cellule-mère du pollen avec 21 bivalents en anneaux (chromosomes de Blé) et 1 bivalent droit ditélocentrique (*Agropyrum*) marqué d'une flèche (× 1 000 env.).

2) Vue de détail du bilavent ditélocentrique dans une autre cellule (× 2 200 env.).

Station d'Amélioration des Plantes de Clermont-Ferrand.

Photo Y. Cauderon I. N. R. A.

la production de fourrage, ces recherches permettent d'espérer la création par recroisement à partir des F_1 (*T. vulgare* × *Agropyrum*) de géniteur à utiliser pour la sélection du Blé tendre, surtout en ce qui concerne la résistance à la Rouille brune et peut-être également pour d'autres objectifs (résistance à la sécheresse).

Les recherches utilisant certains *Aegilops* assez résistants à *Cercosporella herpotrichoïdes Fron.* furent élargies. On fait appel également au Seigle, dont les possibilités pour l'introduction de certains caractères de résistance doivent être à nouveau envisagées, à la lumière des récentes acquisitions de la cytogénétique (lignées d'addition).

Parmi les espèces de *Triticum*, voisines du Blé tendre, on a fait appel notamment à des types de Géorgie (*T. persicum*) et d'Abyssinie (*T. aethiopicum*) susceptibles d'apporter également certains gènes de résistances aux maladies.

Résistance aux accidents dus au climat.

L'étude des dégâts causés par le froid sur les blés faite par CRÉPIN avant la guerre a servi de base à tous les travaux postérieurs. Elle a été complétée au cours des hivers ayant vu de grandes destructions d'emblavures en 1946-1947 et 1955-1956 par des observations au champ, complétées à la station d'altitude de Chaux-des-Prés, dans le Jura.

Une autre série de recherches, conduite en liaison avec la Station centrale de Bioclimatologie a eu pour but de définir le processus de l'échaudage physiologique. Elle a permis de montrer qu'il était lié à l'action d'un coup de « chaleur » survenant à un moment critique de la formation du grain. Celui-ci a été défini par l'étude de la quantité d'eau présente dans le grain. Elle reste constante pendant une période de 10 à 12 jours située 25 à 27 jours après la floraison et c'est à cette époque que le grain est susceptible d'échauder. Il existe d'ailleurs une résistance variétale à l'action de la chaleur. C'est ainsi que *Vilmorin 27* est plus résistant que *Vilmorin 23*.

Un essai de détermination du degré d'échaudage, en vue d'une sélection pratique, a été fait en se basant sur les variations du poids de mille grains. Complétées par un examen visuel, ces mesures ont permis de donner une échelle de résistance des principales variétés.

b) *Sélection*

Elle a évolué avec l'utilisation de données provenant des recherches théoriques et la mise au point de tests précis pour le tri des hybrides en disjonction. Grâce à la coopération de l'ensemble des stations d'amélioration des plantes s'occupant du Blé, le schéma de sélection est actuellenet le suivant :

Les descendances d'un croisement, fait avec un objectif précis, sont éprouvées, dans les premières générations (F_2, F_3 et F_4) pour leur type de développement et leur résistance aux maladies. Cette dernière est jugée en serre et au champ grâce à la réalisation d'épidémies artificielles.

Le matériel ainsi épuré, est soumis à partir de la F_4, à des essais répétés concernant :

— son comportement au froid, en station d'altitude, (Station de Chaux-des-Prés, dépendant de la Station d'Amélioration des Plantes de Dijon),

— sa valeur boulangère (Laboratoire d'analyse des blés et farines de l'École de Meunerie) ;

— son adaptation aux divers climats et son rendement (Région de Paris, Est, Ouest, Midi) par mise en essais uniformes de rendement dans les Stations de Versailles, Dijon, Rennes, Montpellier, Clermont-Ferrand.

Parallèlement, le matériel est suivi en sélection généalogique, en pépinière où il continue à être soumis à un tri sévère pour la résistance aux principales maladies (Rouilles jaune et brune, Charbon, Carie, Septoriose, Fusariose). Les lignées ayant satisfait à tous ces examens sont essayées dans les réseaux d'expérimentation extérieure.

Après ce premier cycle de sélection, souvent, dès la F_4, les lignées issues d'un même croisement ou de croisements apparentés, sont recroisées entre elles en vue de concentrer sur une seule le maximum de gènes favorables au rendement. On a ainsi un second cycle de sélection.

L'efficacité de cette méthode se manifeste par les caractéristiques des lignées issues des croisements faits dans les stations à partir de 1947 et 1948.

Blé d'hiver.

Zone nord.

La première étape a été l'utilisation en sélection de lignées issues du croisement [(*Martin* × K_3) × *Hohenheimer* 77] 5-2-1 × *Oro*, obtenues à Dijon. Elles étaient résistantes au froid, à certaines races de Carie, aux races 17 et 21 de Rouille noire, peu sensibles aux races locales de Rouille jaune, de bonne valeur boulangère, mais très sensibles à la verse, peu productives et tardives.

Recroisées avec des blés productifs et résistants à la verse, *Étoile de Choisy*, *Cappelle* ou certaines lignées intéressantes, en sélection à Versailles, elles ont fourni le matériel actuellement en F_7, F_8 et F_9 étudié et expérimenté dans les stations de Versailles, Dijon et Clermont-Ferrand.

A partir de 1954, de nouvelles sources de résistance aux maladies furent introduites, souvent liées à des types de développement différents.

En même temps qu'était conduit ce travail de sélection d'autres croisements étaient suivis, dans le but d'utiliser la résistance à la Carie du géniteur (*Martin* × K_3) × *Hohenheimer*. D'un croisement avec *Renfort*, variété issue elle aussi du matériel de Dijon, on a obtenu la variété *Carest*, inscrite au Catalogue des espèces et variétés cultivées en France en 1958. C'est un blé bien adapté aux conditions culturales de l'est de la France.

Zone sud.

Depuis l'introduction d'*Étoile de Choisy* en culture, la sélection s'est efforcée de créer des variétés présentant les mêmes avantages que celui-ci : grande capacité de rendement, résistance à la verse, précocité, résistance assez bonne au froid mais n'ayant pas ses défauts : sensibilité à certaines races de Rouilles noire et brune, à la Septoriose, à l'Oïdum, au Piétin-verse, qualité boulangère moyenne. Des croisements de correction ont été faits à partir d'*Étoile de Choisy*, en utilisant des géniteurs de résistances aux Rouilles noire et brune. Une lignée, issue de ces croisements, a été inscrite au Catalogue sous le nom de *Languedoc*. C'est une variété très productive, un peu plus précoce qu'*Étoile de Choisy*, moins sensible aux races de Rouilles noire et brune actuellement dominantes dans la zone sud, mais nettement plus sensible au froid. D'autres lignées, issues de ces croisements sont encore à l'étude.

Un autre objectif est de créer, pour le Sud-Ouest, des variétés adaptées à des situations gélives au printemps où *Étoile de Choisy*, par suite de sa grande précocité, risque de subir des dégâts de froid sur épis.

Enfin, les possibilités présentées par les zones irrigables du Sud-Ouest ont incité la station de Montpellier à rechercher des variétés très productives et à paille très courte, très résistante à la verse.

Blé alternatif et de printemps.

Le groupe des blés de printemps (au sens large) comprend une gamme assez étendue de variétés parmi lesquelles on peut distinguer quatre groupes de types de développement et d'exigences différents.

Le premier et le second comprennent les blés alternatifs ou de printemps de jours longs, ne poursuivant leur développement de façon normale que dans la zone

septentrionale. Le troisième et le quatrième sont au contraire, caractérisés par leur adaptation au climat méridional. Ce sont des types de jours courts. Ils se comportent à Versailles comme des blés de printemps, généralement à paille courte, mais sont destinés normalement à être semés à l'automne dans les régions méridionales. Le troisième est caractérisé par une montée demi-précoce, le quatrième par une montée excessivement précoce et une paille très courte.

Dans chacun de ces groupes, des croisements ont été faits et la sélection est conduite en vue de corriger des défauts particuliers : sensibilités aux Rouilles et à la Septoriose, valeur boulangère médiocre. Les croisements se font surtout entre blés d'hiver et de printemps. Les plus anciens de ces hybrides sont actuellmeent en F_{10} et sont prometteurs.

Blé dur.

L'accroissement constant des surfaces cultivées en blé dur dans le midi de la France conduit la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier à préciser les techniques culturales à appliquer à cette espèce et aussi à rechercher des variétés moins soumises aux aléas culturaux que les variétés d'Afrique du Nord, actuellement utilisées. Une étude de la biologie de l'espèce est destinée à fournir des critères de sélection valables et faciles à utiliser. Elle porte surtout sur les causes de la sensibilité à la verse, le développement de la plante du semis à la maturité, la sensibilité au mitadinage et les causes de la moucheture des grains.

Des hybrides destinés à diminuer la hauteur de la paille, allonger la phase végétative précédant la montée, augmenter le poids de mille grains et améliorer la qualité technologique des variétés actuelles, sont en cours d'étude.

2. Orge

La culture de l'orge a passé de 1959 à 1960 de 800 000 à 2 millions d'hectares. Aussi sa sélection fut-elle reprise, à partir de 1948 avec une grande intensité.

Orge d'hiver.

Dans la région de Paris l'escourgeon belge, *Bordia,* s'était peu à peu répandu en culture depuis cette date. Résistant au froid, capable de donner des rendements élevés, il est sensible à la verse et aux maladies, assez tardif et à grain grossier.

Comme les orges de printemps étaient d'un niveau élevé de sélection, alors que très peu d'efforts avaient été faits pour les orges d'hiver, des croissements furent faits entre ces deux types. On aboutit ainsi à la création de lignées à deux ou six rangs, productives, résistantes à la verse, capables de supporter de plus fortes doses d'engrais et à finesse du grain améliorée. D'un croisement entre *Bordia* et l'orge de printemps à deux rangs *Kénia* est issue une variété à six rangs, très résistante au froid. Elle a été lancée, en culture, sous le nom d'*Arès.*

Dans un second cycle de sélection, on a cherché à corriger les défauts des lignées issues de cette première tentative : sensibilité à l'Oïdium et à la Rouille naine (*P. simplex*). Des orges allemandes et ukrainiennes résistantes à ces maladies sont utilisées. Ce travail a abouti à l'obtention de lignées plus précoces qu'*Arès,* à paille aussi

courte et très résistantes à la verse. Elles sont très productives et peu sensibles à l'Oïdium. Deux d'entre elles ont été proposées à l'inscription au catalogue officiel en 1959.

D'autres croisements complexes, plus jeunes, destinés à conférer au matériel précédent un grain plus gros ainsi que la résistance à *Puccinia simplex*, sont en cours d'étude. Une tentative a été faite à Montpellier, de créer des orges d'hiver inermes pour la zone méridionale. Des lignées ayant des caractéristiques culturales assez proches de nos bonnes orges cultivées, ont été obtenues. Elles peuvent servir de géniteurs pour des travaux ultérieurs.

Orge de printemps.

Des travaux de sélection faits par la S. E. C. O. B. R. A. H. avaient conduit à l'obtention d'un certain nombre de variétés, dont trois : *Sarah, Aurore* et *René Guillemard* étaient cultivées en 1946 conjointement avec les obtentions danoises : *Kénia* et *Maya* et les vieilles variétés : *Orge d'Or et Isaria.*

Kénia et Maya avaient permis à l'orge de printemps de franchir un pas considérable dans la voie d'une très grande résistance à la verse, alliée à une forte capacité de rendement.

Les sélections faites par la station de Clermont-Ferrand à partir des orges du Puy s'étaient répandues en montagne d'Auvergne et dans le Velay. Elles ont été améliorées, dans le sens d'une meilleure résistance à la verse et d'une plus grande finesse des glumelles, par croisement avec *Kenia,* ce qui a permis la création de la variété *Ponote* (1953) représentant une amélioration très nette par rapport aux lignées d'orges du Puy.

A partir de 1951, *Kénia* et *Maya* ont été remplacées, peu à peu, par *Rika,* variété d'origine suédoise, plus résistante à la verse, plus productive, à grain de qualité moyenne.

Les stations ont eu pour objectif de créer des variétés encore plus résistantes à la verse, de qualité au moins égale, résistantes à deux maladies graves auxquelles *Rika* est sensible : l'Oïdium et la Rouille naine (*Puccinia simplex Körn, Erikss.* et *Hem.*).

Les géniteurs utilisés, qui sont à la base du très important matériel actuellement à l'étude, peuvent se répartir en plusieurs groupes :

— les variétés cultivées, telles que *Rika* ;

— certaines variétés récentes, de sélection allemande, peut-être moins résistances à la verse que *Rika*, mais résistantes à l'Oïdium et parfois peu sensibles à *P. simplex.*

— des variétés françaises ou exotiques, de valeur culturale médiocre, mais présentant un haut degré de résistance à l'Oïdium ou peu sensibles à la Rouille naine.

— certaines lignées issues des croisements « hiver × printemps » peu intéressantes du point de vue cultural mais ayant des caractéristiques remarquables pour la résistance à la verse ou la finesse du grain en six rangs.

Les premiers résultats se sont concrétisés sous forme de deux variétés obtenues par la station de Clermont-Ferrand, inscrites au catalogue. L'une, issue du croisement *Rika* × *Souche* 142 est productive, résistante à la verse et à l'Oïdium, de bonne qualité, il s'agit d'*Ariel* (1960). L'autre, provenant du croisement (*Bordia* × *Kénia*) ×

Piroline est très productive, assez bonne qualité, d'une très bonne résistance à la verse, assez résistante à l'Oïdium et relativement peu sensible à *P. simplex*. Elle a été inscrite en 1961 sous le nom de *Cérès*.

En ce qui concerne le Charbon nu, la mise en évidence d'un certain nombre de souches de virulence différente, complique le problème de sélection. Aucun géniteur de résistance n'a pu encore être détecté. L'utilisation des variétés à petits lodicules empêchant les fleurs de « bâiller », a donné jusqu'à présent des résultats décevants.

Certains travaux visent des objectifs spéciaux de sélection : création d'une orge de printemps à six rangs à fort rendement et à grains fins, obtention de variétés à deux rangs inermes ou à grains nus. Tous ces objectifs sont réalisables mais la faible valeur agronomique des géniteurs de départ rend les recherches très longues.

3. Avoine

La culture de l'Avoine est en régression en France. Elle est tombée de 1939 à 1960 de 3 200 000 ha et 1 400 000. Il semble d'ailleurs que les besoins français tendent à se stabiliser. Malheureusement, si l'amélioration variétale a été spectaculaire chez les orges de printemps durant ces vingt dernières années, elle a été moins marquée chez l'avoine. Il s'agit de créer des variétés à plus hautes possibilités de rendement, plus résistantes à la verse et à production plus régulière, possédant une meilleure résistance aux graves maladies qui les attaquent.

La recherche d'une plus grande régularité du rendement a conduit à vérifier chez l'Avoine certains faits observés chez le Blé. On a retrouvé en particulier la forme d'échaudage par « coup de chaleur » déjà décrite. Pendant la phase de maturation de l'amande, existe une période d'une dizaine de jours, caractérisés par l'équilibre du poids d'eau dans le grain et définie par un certain nombre de constantes biologiques. La phase de sensibilité ne se limite cependant pas à cette période chez l'Avoine, contrairement à ce qui se passe chez le Blé. Il existe, entre variétés, des différences importantes de sensibilité à l'échaudage.

Des précisions ont été apportées à nos connaissances sur la résistances des variétés à deux graves maladies : le Charbon nu (*Ustilago avenae* (*Pers.*) *Jens.*) et à la Rouille couronnée (*P. coronata Avenae Pers.*). Les tests de résistance ont été améliorés et un certain nombre de géniteurs mis en évidence. L'étude d'une troisième maladie encore très peu connue du point de vue génétique : la verse pathologique due à *Leptosphaeria Avenaria Weber* a permis d'évaluer l'effet de la maladie sur les rendements, de montrer les relations entre l'attaque sur feuille et l'attaque sur tige et la résistance de la paille à la cassure chez les variétés à tiges parasitées. Une méthode de notation de l'intensité de l'attaque a été mise au point. Des essais d'infection artificielle en serre ont montré qu'ils pouvaient, moyennant certaines précautions, donner des indications sur le comportement des lignées au champ. Malgré l'examen d'un matériel abondant il n'a pas été possible jusqu'à présent de trouver de géniteur de résistance, pas plus en France qu'aux États-Unis où la maladie est étudiée.

Les travaux de sélection poursuivis depuis 1946 ont permis d'inscrire au Catalogue deux variétés de printemps à bon rendement : *Véga* et *Ariane*, possédant une très bonne qualité du grain.

Le matériel actuellement à l'étude est issu de croisements dans lesquels entrent

les avoines américaines résistantes au Charbon nu et à la Rouille couronnée, ainsi que des sélections de *Rouge d'Algérie*, résistant à l'Oïdium.

L'étude descriptive et agronomique des variétés améliorées a été reprise. Les résultats en seront consignés dans une monographie.

4. Maïs

L'inventaire et la description des populations françaises de maïs faites par Alabouvette étaient terminés vers 1946. Des souches sélectionnées de ces populations avaient été fournies à des groupes de multiplicateurs de semences.



Fig. 9. — *Vue d'une parcelle d'essais de rendement d'hybrides de maïs à la Station d'Amélioration des Plantes du Centre de Recherches agronomiques du Massif central, Domaine de Crouelle*
Photo Léon Gendre.

Quelques essais de maïs hybride américain avaient été faits avant la guerre, mais ce n'est qu'à partir de 1946 que la question de leur culture fut posée de façon précise.

Aux États-Unis les variétés utilisant la vigueur hybride avaient connu un succès extraordinaire et les surfaces qu'elles occupaient étaient passées, pour ce pays, de 22,5 à 63,5 p. 100 de 1939 à 1945. Devant ce succès, des introductions sur une assez grande échelle furent faites en France avec l'aide de l'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture. Restait à faire connaître aux utilisateurs la façon d'utiliser ce nouveau matériel, créé pour des régions à climat très différent du nôtre.

A partir de 1947, une expérimentation montée par les stations de Montpellier, Clermont-Ferrand, Dijon et Versailles permit assez rapidement de se rendre compte de la supériorité des rendements des hybrides américains sur les populations cultivées

jusqu'alors. Les variétés américaines susceptibles de réussir dans les principales zones climatiques françaises furent déterminées et des indications précises données sur les conditions de leur culture (place dans la rotation, fumure, date de semis, peuplement à l'hectare, façons d'entretien, récolte et conservation). Grâce à ces travaux préliminaires, la vulgarisation pu se faire sans trop d'erreur : un temps précieux et des sommes considérables furent ainsi épargnées aux producteurs.

Le travail principal restait à faire. Il s'agissait d'organiser la production en France de ces hybrides et, surtout, de sélectionner de nouvelles variétés mieux adaptées à notre climat.

L'organisation de la production des semences fut l'œuvre d'ALABOUVETTE et de la Fédération nationale des Producteurs de Semences de Maïs, à laquelle les stations d'amélioration des plantes donnèrent leur appui technique. Le travail de sélection était entrepris, dès 1948, à Montpellier et à Saint-Martin-de-Hinx pour les maïs demi-tardifs et tardifs destinés à la zone traditionnelle de culture, à Clermont-Ferrand pour les hybrides de précocité moyenne, à Versailles pour les types les plus précoces destinés à la zone située au nord de la Loire.

Il s'agissait de créer des hybrides surclassant le matériel américain, cultivé faute de mieux.

Pour qui connaît les moyens mis en œuvre aux États-Unis, depuis une trentaine d'année et les efforts faits pour aboutir aux variétés mises à notre disposition, la tâche pouvait paraître ardue. Fort heureusement, par l'intermédiaire de l'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture, les chercheurs américains nous donnèrent non seulement leur matériel déjà hautement sélectionné, mais encore les conseils de leur expérience. Un autre atout fut l'existance, en France, de populations de maïs généralement très différentes des lignées obtenues aux États-Unis et dont l'utilisation dans un travail de sélection basé sur la vigueur hybride, offrait des perspectives intéressantes. Enfin, sous le patronage de l'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture, des échanges de matériel furent organisés entre les pays d'Europe et du Bassin méditerranéen intéressés par la sélection du maïs. Plusieurs lignées d'origine espagnole, portugaise, italienne et suisse firent preuve d'une excellente aptitude à la combinaison avec le matériel français et sont utilisées pour la production de variétés hybrides françaises.

Les méthodes de travail utilisées étaient américaines, mais adaptées à nos moyens et à notre matériel. Les performances en rendement des hybrides, ainsi que la facilité de leur obtention (aptitude à produire du pollen, fertitilé de l'épi) sont évidemment les critères principaux de choix des lignées. Mais un certain nombre de critères spéciaux sont également utilisés : tolérances au froid de printemps, résistance aux Fusarioses causant la fonte des semis, verse pathologique et pourrissement des épis à maturité, moindre sensibilité au Charbon, résistance au grillage des feuilles, etc.

Les travaux faits avant la guerre, sur les populations françaises facilitèrent la prospection de principaux types cultivés qui servirent de matériel de départ à la sélection.

Le choix des croisements à faire découlait de l'étude de l'aptitude à la combinaison entre lignées française ou européennes, puis, au stade des hybrides simples, entre hybrides d'origine française et hybrides américains pour la production des hybrides doubles.

L'intérêt de travailler à part le matériel d'origine française avant de le croiser

avec le matériel américain a été démontré par une série d'études qui ont conduit à une sélection réciproque du matériel français par rapport au matériel américain et de celui-ci par rapport au matériel français.

Ces travaux ont abouti à la création, en dix ans, de variétés hybrides doubles supérieures aux hybrides américains de même précocité cultivés en France. Leurs caractéristiques, comparées à celles des témoins de précocité américains sont données dans les tableaux 1 et 2, résumant les résultats d'un grand nombre d'essais pour les quatre grands groupes de précocité utilisés en France.

TABLEAU I

Caractéristiques culturales des Maïs I.N.R.A.

	Précocité		Rendement en grain (30 essais)		Note de 0 (mauvais) à 10 (bon)			Poids de 1 000 grains en g
	Flor.	Mat.	Qx/ha	%	Résistance à la verse à maturité	Résistance au charbon	Vigueur au départ	
W 240	0	34,0	54,7	94	2	5	4,5	250
W 255	+ 1	35,6	57,9	100	4,5	7,5	1	260
INRA 200	— 4	35,7	63,5	110	8	6	8,6	320
INRA 244	0	36,1	62,6	108	4,5	8	7	270
INRA 258	+ 1	37,4	67,1	116	9	5	8	300

Flor. = Décalage (en jours) par rapport à W 240, à la floraison femelle.
Mat. = Humidité du grain à la récolte.

	Précocité			Rendement en grain (20 essais)		Note de 0 à 10		Poids de 1 000 grains en g
	Flor.	% eau du grain: Niveau élevé	% eau du grain: Niveau moyen	q/ha	%	Résistance à la verse	Résistance au charbon	
INRA 258	0	35,9	29,5	72,5	100	6,8	5,4	300
INRA 260 (1)	(+ 1,5)	(37,6)	(30,7)	77,1	106,3	8,6	7,0	330
INRA 270	— 0,5	37,2	30,9	76,8	105,9	8,4	7,4	320

(1) Les notations de précocité de 260 sont légèrement faussées.

	Précocité		Rendement en grain (30 essais)		Note de 0 à 10			Poids de 1 000 grains en g
	Flor.	Matur. (niveau 35 % eau)	Qx/ha	%	Résistance à la verse à maturité	Résistance au charbon	Vigueur au départ	
Minhybrid 706 ..	— 0,1	35,7	64,4	105,6	3,7	9,3	5,6	280
Wisconsin	0	37,5	61,0	100	6,8	9,2	4,9	300
INRA 321	— 1,4	35,3	69,4	113,8	7,2	9,3	7,0	320
INRA 353	+ 1,0	38,9	66,2	108,6	5,2	9,1	6,4	330

TABLEAU 2

Caractéristiques culturales des Maïs I.N.R.A.

	Précocité			Rendement en grain (24 essais)		Note de 0 à 10			Poids de 1 000 grains en g
	Flor.	% eau du grain				Résist. à la verse	Résist. au charbon	Vigueur au départ	
		Niveau élevé	Niveau moyen	Qx/ha	%				
Wisconsin 355	0	34,4	26,9	62,45	100	5,0	6,1	5,4	300
INRA 420	— 0,4	37,8	30,7	72,6	116,2	7,8	5,3	8,2	310
INRA 430	+ 3,3	37,2	28,7	73,35	117,4	6,2	6,4	7,9	290

	Précocité			Rendement en grain (12 essais)		Note de 0 à 10			Poids de 1 000 grains en g
	Flor.	% eau du grain				Résist. à la verse	Résist. au charbon	Vigueur au départ	
		Niveau élevé	Niveau moyen	Qx/ha	%				
IOWA 44.17	0	30,3	26,8	73,1	100	6,6	8,8	6,2	300
INRA 570	+ 1,0	32,2	29,6	82,2	112,4	6,4	8,2	7,2	290

	Précocité			Rendement en grain (12 essais)		Note de 0 (mauvais) à 10 (bon)				Poids de 1 000 grains
	Flor.	% eau du grain				Résist. à la verse	Résist. au charbon	Résist. à Helm. turcicum	Vigueur au départ	
		Niveau élevé	Niveau moyen	Qx/ha	%					
INRA 640	0	32,9	26,4	94,3	100	6,0	5,6	7,0	7,8	320
FUNK G 75 A ...	+ 1,4	33,3	26,8	96,0	101,8	7,4	8,8	5,4	5,8	310
ILLINOIS 31.52 ..	+ 3,5	34,4	27,8	98,4	104,3	8,8	9,8	7,2	6,2	330

5. Riz

La production du riz, pratiquement inexistante en France avant 1939, s'est développée à partir de 1942 dans le delta du Rhône et en particulier en Camargue. En 1961, elle couvrait 32 000 hectares avec une récolte de l'ordre de 1 300 000 quintaux. A la demande du Syndicat des Riziculteurs de France, la Station de Montpellier entreprit des études sur le riz en 1948. Une rizière expérimentale fut créée au domaine du Merle. Le programme comportait, en dehors de quelques études de techniques culturale : semis ou repiquage, densité des peuplements, dates des semis ou du repiquage, fumures, consommation journalière et température de l'eau, etc. l'étude d'une collection aussi complète que possible des variétés, la mise en essai des meilleures, la production de semences mères en vue de produire en France les semences habituellement importées d'Italie, car les variétés cultivées en France sont surtout des variétés italiennes. Celles qui, comme *Balilla* ou *Americano* 1600 sont très productives, sont

à la limite des possibilités de culture par suite de leur tardivité et ne produisent que des grains courts de qualité médiocre. D'autres, comme *Rinaldo Bersani* et *Allorio* plus précoces et à grains oblongs ou longs, de meilleure qualité, ont un rendement nettement inférieur aux premières, par suite d'une médiocre résistance à la verse.

La difficulté de trouver, dans la collection, des variétés de remplacement directement utilisables et la découverte de géniteurs de précocité et de qualité intéressantes ont conduit à mettre sur pied un programme de sélection.

Les croisements faits à partir de 1949 ont permis de sélectionner quatre variétés inscrites au Catalogue :

— *Césariot*, précoce, à grain long et de bon rendement, intéressante surtout en année limite pour la température (60 qx. à l'hectare en Camargue contre 35 qx. pour la moyenne des variétés tardives).

— *Fanny*, riz très résistant à la verse à fort tallage, plus précoce et à grain plus gros que la variété italienne *Balilla* dont il descend.

— *Arlésienne*, variété demi-tardive à grain long, cristallin et de très bonne qualité.

— *Cigalon* issue du croisement *Balilla* 1 × *Allorio* 46, à grain commun mais vitreux, très précoce et de bonne productivité.

Un important matériel de sélection a été créé par hybridation, par utilisation de rayons X et gamma et de substances mutagènes. La recherche de mutations intéressantes semble, chez le Riz, particulièrement efficace. C'est ainsi que dans la variété *Allorio* 11, à tige longue, assez précoce et à grain oblong, sont apparus des mutants de précocité analogue, à grain oblong mais à tige notablement raccourcie, ce qui en fait des géniteurs précieux pour de futures hybridations.

Plantes sarclées

1. Pomme de terre

Les principales difficultés que rencontraient, vers 1930, les producteurs de pommes de terre, tenaient à deux séries de causes :

— le problème de l'état sanitaire : absence de production de plants sains, indemnes de virus et prix de revient à l'hectare grevé par l'obligation de traitements contre le Mildiou et le Doryphore.

— le problème des variétés : les vieilles variétés françaises, souvent de très bonne qualité culinaire ou adaptées au climat de certaines régions disparaissaient progressivement, entièrement atteintes de maladies à virus. Les efforts de sélection de variétés nouvelles faits en France s'étant montrés peu efficaces pour les causes exposées plus haut, nous étions dans l'obligation d'avoir recours aux obtentions de pays (Allemagne et Hollande) ayant sélectionné cette espèce de longue date, mais dont le goût, pour la pomme de terre de consommation, ne correspondait pas toujours au goût français. Le retard, comme très souvent lorsqu'il s'agit de problèmes de recherche ou de sélection, n'a d'ailleurs été rattrapé que partiellement pour les variétés de consommation et subsiste toujours pour les variétés de féculerie.

La production de plant sain avait été organisée à partir de 1953 à la suite de la création d'une Commission officielle de Contrôle et d'une Fédération nationale des Syndicats des Producteurs de Plant de Pommes de Terre.

L'augmentation de la consommation des pommes de terre pendant les années de guerre n'avait fait que rendre plus urgente la recherche de variétés améliorées.

Un début de sélection, entrepris par la station de Versailles à l'aide de quelques champs situés dans le Finistère, avait abouti à la création de la variété *BF 15*, issue de croisement *Belle de Fontenay* × *Flava* fait par la station de Dijon, à bon rendement, à tubérisation relativement précoce et surtout d'excellente qualité culinaire. Mais ce n'est qu'à partir de 1949 avec la création, à Landerneau d'un laboratoire de sélection de la Pomme de terre, l'extension du réseau d'expérimentation extérieure et la collaboration des autres stations servant de relais expérimentaux que des recherches approfondies et suffisamment étoffées purent être entreprises.

Les principaux points abordés ont été : l'amélioration des caractères de productivité, de précocité et de qualité du tubercule ainsi que la résistance au Mildiou et aux virus.

Ces travaux ne pouvaient être conduits qu'en disposant de connaissances de base suffisamment précises sur la physiologie de la tubérisation, de la croissance et du développement de la plante. Bien que l'ensemble des recherches ait été conduit de front, la sélection devenant de moins en moins empirique avec le progrès des connaissances de physiologie, les conclusions de ces travaux seront exposées séparément pour plus de commodité.

a) *Études de Physiologie*

Elles ont été provoquées par trois problèmes qui, primitivement, ne paraissaient pas liés et qui étaient :

— la recherche de variété à tubérisation précoce ;

— la différence de vigueur et de productivité entre diverses origines de plants d'une même variété ;

— le Boulage, phénomène paraissant plus ou moins accidentel, considéré par certains comme pathologique, par d'autres comme physiologique.

Des études sur la tubérisation ont montré que l'initiation de tous les tubercules se fait tôt et sensiblement en même temps, au cours de la vie de la plante. La précocité de tubérisation est un caractère variétal non lié à la précocité de maturation. L'étude de la vitesse de tubérisation met en évidence, dans chaque groupe de précocité, l'existence de deux types opposés : des variétés à tubérisation précoce, qui sont les seules intéressantes pour la production des primeurs et celles à tubérisation tardive, qui peuvent être à maturité précoce.

Des recherches sur l'évolution des germes ont montré que ceux-ci étaient capables, sans être mis en terre et en ne dépendant pour leur nutrition que du tubercule mère, de passer par tous les stades du développement d'une plante normale jusqu'à la maturation des tubercules.

Cette possibilité de développement est liée à l'âge physiologique des réserves du tubercule qui, lui-même, dépend de l'âge chronologique de celui-ci et des conditions de milieu qu'il a subies depuis sa formation et en particulier pendant sa conservation.

L'incubation est le stade de tubérisation du germe. La période qui s'écoule depuis l'apparition du germe jusqu'à sa tubérisation est la phase d'incubation. Elle est d'autant plus courte que les tubercules ont été conservés à une température et à un degré d'humidité plus élevé.

Ce n'est pas exclusivement le germe qui évolue, mais l'ensemble du tubercule. C'est la raison pour laquelle des germes d'un même tubercule tubérisent en même temps.

On avait ainsi l'explication du Boulage, stade extrême de cette évolution et celle des différences de comportement de plants de diverses origines, puisque la croissance des germes dépend de l'âge physiologique du tubercule mère et que celle des plantes est liée à la croissance des germes.

L'ensemble de ces conclusions ont été raccordées aux travaux étrangers élucidant le mécanisme de la tubérisation des plantes feuillées sous l'action de la photopériode et de la température qui provoquent la synthèse d'un facteur, sans doute de type hormonal, induisant la tubérisation.

Cette dernière apparaît donc comme un phénomène complexe, au déclenchement duquel collaborent le feuillage et le tubercule, la part de chacun dépendant des conditions de milieu subi et des variétés. Il ne semble pas, d'ailleurs, qu'il y ait de corrélation entre l'action du feuillage et celle du tubercule. On trouve des variétés incubant vite et d'autres incubant lentement, aussi bien parmi celles qui exigent des photopériodes courtes, que parmi celles qui supportent des photopériodes longues.

Les conséquences pratiques pour la culture de la Pomme de terre et la conservation du plant, ainsi que celles relatives à la sélection sont fort importantes. La sélection s'applique au complexe plante-tubercule mère. Il est donc nécessaire de connaître le fonctionnement de chacun des éléments du complexe pour les géniteurs comme pour les descendants et de préciser les conditions d'étude. C'est ainsi que les ségrégations ne seront pas les mêmes en photopériode variable ou suivant que l'on étudie des plantes issues de semis ou des clones pour lesquels intervient le tubercule mère.

b) *Sélection*

Productivité. Précocité de tubérisation et qualité.

De nombreux semis faits à partir d'autofécondations et de croisements depuis 1947 ont permis de préciser la valeur des géniteurs employés, de rechercher les combinaisons les plus favorables, d'étudier la transmission de certains caractères importants.

A la suite de ces résultats, on a croisé d'anciennes variétés françaises de très grande qualité avec des variétés étrangères productives, d'origine génétique aussi différente que possible, ou avec des Solanées sauvages, en particulier *S. andigenum Juz et Buk*. Deux hybrides créés au laboratoire ont été inscrits en 1955 au Catalogue des Espèces et Variétés :

Mireille : de grande précocité de tubérisation ;

Morgane : demi-précoce, productive, assez résistante à la gale commune.

Résistance aux maladies.

Les travaux concernant la résistance au virus n'en sont encore qu'à la phase préliminaire de détection de géniteurs de résistance ou de tolérance. Ces travaux faits à Versailles, en milieu particulièrement contaminant, ont mis en évidence quelques variétés présentant une tolérance au virus de l'enroulement et une forte résistance à l'infection.

La résistance au Mildiou peut être recherchée en utilisant les réactions d'hypersensibilité au champignon, propres à certaines espèces sauvages, ou la résistance partielle présentée par certaines variétés de la pomme de terre cultivée.

Les espèces sauvages utilisées sont surtout *S. demissum*, un hybride entre *S. demissum* et *S. simplicifolium* et, dans une moindre mesure, *S. stoloniferum*.

Au cours des années, on a pu détecter l'existence à Landerneau des races de Mildiou de type 1-2-3-4 soit le maximum de virulence décelable à l'aide de gènes d'hypersensiblilité de Black. Certains clones de *S. stoloniferum* et *S. polyadenium* résistent à ces races, ce qui laisse supposer l'existence d'autres gènes que ceux qu'à signalés Black. Les recherches se sont alors orientées vers l'obtention de plantes porteuses de cette résistance.

Malgré la difficulté de prévoir les résultats d'un tel travail puisqu'il n'est pas possible de prévoir les variations du parasite, le fait d'accumuler le maximum de gènes d'hypersensibilité sur une même variété serait déjà une solution, au moins partielle, au problème des traitements antiparasitaires.

L'utilisation de la résistance partielle a été étudiée en collection par la méthode des traitements antiparasitaires échelonnés. Un certain nombre des variétés cultivées présentant une résistance partielle indépendante du biotype du parasite, ont été mises en évidence. Cette résistance qui, du point de vue génétique, se comporte comme un caractère quantitatif, est maintenant utilisée dans le programme d'hybridation.

2. Betteraves

Betterave fourragère.

Depuis 1946, l'étude des variétés de betteraves fourragères a été reprise. La difficulté de trouver un nombre suffisant de caractère utilisables a conduit à étudier de plus près les modes de tubérisation des racines. Dans une racine adulte, l'importance relative des parties provenant soit de la radicule, soit de la région inférieure ou supérieure de l'hypocotyle sont en relation avec la forme. On a pu par là caractériser ces dernières avec plus d'exactitude et les prendre comme base d'une nouvelle classification des variétés.

En même temps, la valeur agronomique (rendement en matière sèche à l'hectare, teneur en matière sèche et facilité d'arrachage) des variétés classiques et des nouvelles variétés riches en matière sèche a pu être précisée.

Betterave sucrière.

Les recherches les plus importantes, faites depuis 1948 à Versailles, concernent ce type de betterave.

Lorsqu'elles furent entreprises on pensait que l'augmentation du rendement en sucre à l'hectare par la création de variétés plus riches serait très difficile à atteindre par suite de la forte corrélation inverse observée entre le poids des racines et leur richesse. Aussi des recherches furent-elles orientées vers la sélection de variétés résistantes à deux très graves maladies, *Cercospora* et Jaunisse, susceptibles de causer des pertes de rendement en sucre à l'hectare de 20 à 30 p. 100 en année d'infection moyenne.

On s'efforça donc de trouver des géniteurs de résistance, de sélectionner, par

consanguinité, des familles résistantes, puis de rétablir la vigueur, perdue au cours de cette phase de la sélection, par des croisements entre familles résistantes à bonne aptitude à la combinaison.

Ce schéma de sélection, qui paraît classique maintenant pour les plantes allogames n'était encore utilisé, en France, de façon rationnelle, que pour le Maïs où son application offrait moins de difficultés techniques que chez les plantes à fleur hermaphrodite.

Cercospora

La sélection pour la résistance à *Cercospora beticola Pace* débuta dès 1948 par une série d'études préliminaires qui permirent de montrer :

— l'hétérogénéité des variétés de betteraves sucrières actuellement cultivées en France. La variabilité du poids et de la richesse à l'intérieur d'une variété est importante par rapport à la variabilité de la population globale constituée par toutes les variétés d'une collection.

— l'importance des dégâts dus à la maladie. Des symptômes graves mais non exceptionnels peuvent correspondre à des pertes de rendement de 40 à 50 p. 100. Des pertes de 10 à 20 p. 100 doivent être considérées comme fréquentes.

Au cours du travail de sélection, qui avait exigé la mise au point de techniques d'infection artificielle et de méthodes de notation de la résistance il fut possible de montrer, à côté de la résistance récessive, l'existence d'une résistance dominante qui a été transmise par croisements, suivis d'autofécondation et de sélection, à tout un ensemble de familles. Cette résistance dominante est très précieuse parce qu'elle accroît les possibilités de choix des partenaires de croisements, destinés à rétablir la vigueur hydribe, ceux-ci pouvant être sensibles à la maladie.

La première étape du travail de sélection : l'obtention par reproduction consanguine de lignées de familles résistantes, est maintenant franchie. Les premiers essais de recombinaison des familles, réalisés en 1955 et 1956, en vue de créer des variétés, ont montré que les rendements de la plupart des hybrides étaient supérieurs de 10 à 40 p. 100 à celui de la variété témoin sensible, dans des conditions de forte infestation et sensiblement égaux, en l'absence de maladie, aux meilleurs variétés commerciales.

Ce succès permet d'envisager, dans un proche avenir, la fourniture aux sélectionneurs privés de famille résistantes, ayant entre elles une bonne aptitude à la combinaison, en vue de la production de variétés à rendements élevés et résistantes au Cercospora.

Jaunisse

Le problème de la création de betteraves tolérantes à la Jaunisse est très différent du précédent. Les races de virus sont nombreuses et le classement des mêmes lignées tolérantes varie d'un pays à l'autre. L'étude d'un abondant matériel de *B. maritima* provenant de prospections faites le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique a révélé l'existence d'une tolérance plus nette que chez la Betterave cultivée et moins spécifique.

Un travail de sélection sur des populations issues de croisements entre les betteraves sauvages tolérantes et les meilleures familles ayant par ailleurs de bonnes caractéristiques est en cours. Les familles les plus anciennes issues de cette sélection ont déjà subi trois recroisements avec des familles de betteraves sucrières.

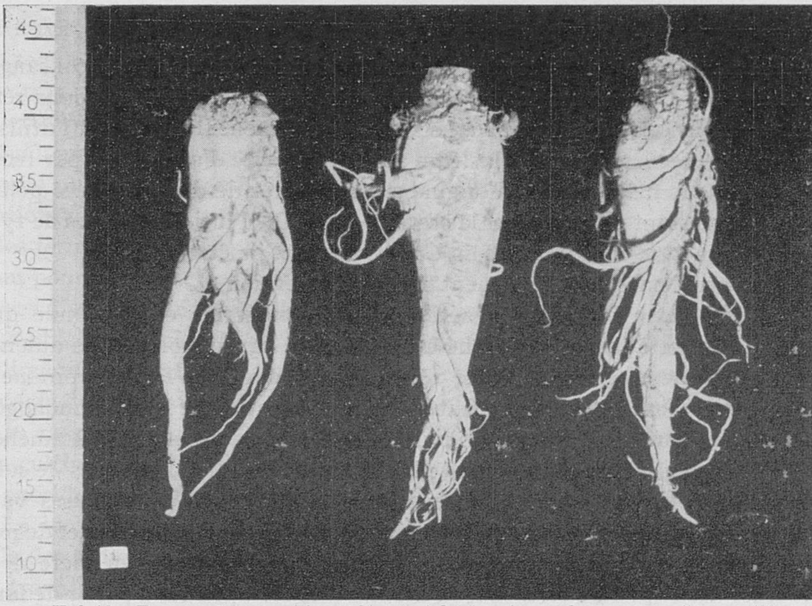


FIG. 10. — *Hybrides F_1 entre Beta maritima tolérante à la Jaunisse et betterave sucrière sensible. Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles*

Photo C. N. R. A.

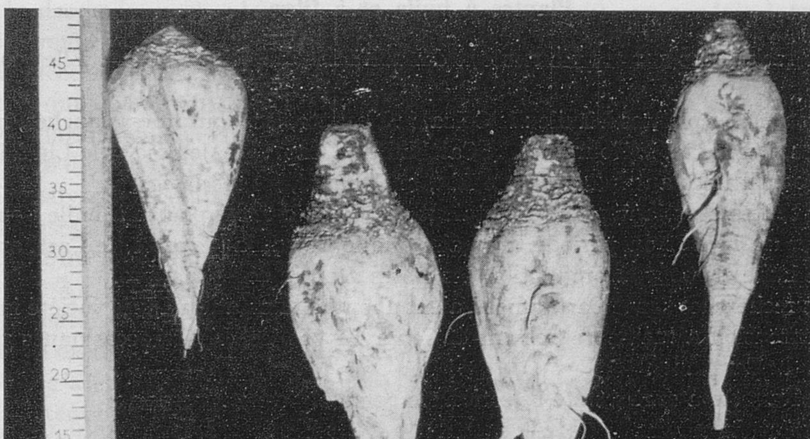


FIG. 11. — *Descendance de recroisements par betterave sucrière, d'un hybride entre Beta maritima et Betterave sucrière.*

à gauche : betterave sucrière;
au centre : deux racines issues du 4[e] recroisement;
à droite : racine issue du 3[e] recroisement;

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles

Photo C. N. R. A.

Buts spéciaux de sélection

Le schéma général de sélection étant l'obtention de familles consanguines possédant des caractéristiques intéressantes, puis leur recombinaison pour rétablir la vigueur hybride, cette dernière phase serait plus aisément franchie par l'utilisation de familles mâle-stériles. Depuis plusieurs années on tente d'améliorer, par recroisement, des géniteurs mâle-stériles d'origine américaine et de découvrir des pollinisateurs mâles permettant de conserver la stérilité (type O). Plusieurs lignées de type O, fixée pour ce caractère et résistantes au *Cercospora*, ont pu être obtenue.

D'autres problèmes ont également retenu l'attention :

— l'intérêt d'une betterave génétiquement monogerme et de bonne qualité agronomique est certain. On a cherché à améliorer la lignée monogerme américaine *SLC* 101 à partir de croisements et de recroisements avec des familles productives. Un premier palier d'amélioration a été atteint par l'obtention de familles monogermes à rendement légèrement inférieur à celui des familles normales mais déjà améliorées.

— la betterave est l'une des rares plantes cultivées chez lesquelles le nombre chromosomique optimum semble être le nombre triploïde. De nombreuses variétés triploïdes étrangères ont été essayées. Il en résulte que la polyploïdie permet de rompre dans une certaine mesure la corrélation inverse « poids-richesse en sucre ». Dans le but de créer des triploïdes on a obtenu des familles tétraploïdes à partir de familles intéressantes, résistantes aux *Cercospora* ou monogermes.

Plantes à huile et à fibre

Les recherches sur ces plantes ont débuté à la veille de la guerre. Elles concernaient :

— parmi les plantes à huile : le Colza, la Navette, les Moutardes blanches, noires et brunes, l'Œillette, le Tournesol, le Carthame, la Cameline, le Soja et le Lin à huile.

— parmi les plantes à fibre : le Lin, le Chanvre, les *Asclepias*.

De toutes ces plantes ne subsistaient, en 1946, comme plante à huile pouvant présenter un intérêt en période normale, que le Colza, la Navette, le Carthame et le Lin à huile et, pour la production des fibres : le Lin et le Chanvre.

Les recherches sur le Carthame avaient abouti à la création d'une variété inerme dont l'extension a malheureusement été enrayée par les dégâts occasionnés par la mouche du Carthame.

La Navette a surtout été sélectionnée comme plante fourragère.

1. Colza

Vers 1930-1939 demeuraient en France quelque îlots, très réduits, de culture de colza, localisés dans les régions de petite culture, à main-d'œuvre familiale : quelques centaines d'hectares en Vendée et dans plusieurs départements du Centre.

En 1945, il couvrait 73 000 hectares et se maintenait aux environs de ce chiffre jusqu'en 1948 ; il progressait ensuite au-delà de 100 000 hectares pour retomber en 1953 à 70 000 hectares et rester à ce niveau jusqu'en 1956, par suite de la difficulté de lutter, avec les techniques utilisées jusqu'alors, contre les insectes et en particulier contre le charançon des siliques et la cécidomye des fleurs. De nouvelles techniques

de lutte ayant été mises au point, la progression a repris depuis 1957. De plus, cette culture a tendance à se répandre dans la zone méridionale où les parasites ne sont pas encore très nombreux.

Cette résurrection d'une culture, abandonnée depuis plus de cinquante ans, due évidemment aux nécessités économiques, n'aurait pas pu se réaliser sans la réunion d'une certain nombre de conditions techniques qui ont fait d'elle, de culture familiale qu'elle était, une culture industrielle ayant acquis droit de cité dans les grandes fermes mécanisées des plaines de la région de Paris et du nord de la France : mise au point de traitements efficaces contre les insectes parasites, utilisation de fortes doses d'engrais, emploi de la moisonneuse-batteuse pour la récolte.

La Station centrale de Versailles avait préparé dès 1938 cette expansion du Colza en indiquant les meilleures techniques culturales, basées sur une sérieuses étude de la biologie de la plante.

Le rassemblement d'une collection, l'étude d'échantillons des populations encore cultivées en France et d'un certain nombre de types étrangers avaient permis de donner des indications sur les variétés à cultiver et de commencer leur amélioration. La biologie flotale du Colza et les conditions techniques d'une multiplication valable des semences avaient été précisées.

Le travail de sélection n'a pu réellement être entrepris qu'à partir de 1948. Une méthode de sélection basée sur l'absence pratique de dépression de vigueur chez les descendants des lignées consanguines, sur l'étude du système de reproduction et en particulier sur le pourcentage relativement faible de fécondations croisées (observé dans la descendance de plantes portant un gène récessif) ont conduit à traiter le Colza comme une plante autogame. Le prix de l'équipement (isolateurs de toutes tailles) nécessité par cette méthode est amplement amorti par la précision de la sélection qui, en huit ans, a permis de créer une série de lignées issues soit directement des populations cultivées, soit de croisements et ayant une capacité de rendement supérieure de 10 à 20 p. 100 à celle des populations de départ.

L'analyse des composantes du rendement en relation avec le rendement global des diverses lignées a montré qu'une sélection basée sur l'étude biométrique des siliques et du poids de graines par silique pouvait être fructueuse. Entreprise depuis 1950, elle a permis effectivement de créer, à partir de croisements entre plantes complémentaires pour le type de siliques, des lignées ayant un comportement remarquable en essais de rendement. L'une de ces lignées, issue d'une croisement *Lembke* × *Hambourg* a été lancée en culture sous le nom de *Sarepta*.

L'obtention de lignées, très homogènes, et la mise au point d'une technique de microanalyse d'huile utilisée depuis 1952, ont permis de montrer qu'il y avait des différences de teneur en huile de l'ordre de 10 à 20 p. 100 entre lignées. Une étude de l'hérédité du caractère « teneur en huile » prouve que, malgré, une fluctuation relativement importante, l'héritabilité de ce caractère est suffisante pour qu'une sélection efficace puisse être opérée.

2. Lin

Une collection très complète de populations de lin à fibre et à huile, réunie à partir de 1938, comprenait les principales variétés cultivées en Europe, en Amérique et en Afrique. L'analyse des populations et leur reprise en lignées avaient été réalisées pendant la guerre.

Les études faites grâce à cette collection se trouvent résumées dans une monographie, parue en 1956, qui sert maintenant de base à tous les travaux de contrôle effectués sur les variétés de lin.

La sélection du Lin à fibre a fait un pas considérable depuis la guerre avec la création de la variété *Wiera*, d'origine hollandaise, qui allie à une bonne qualité de la fibre à une forte résistance à la verse et à une production de graines non négligeables.

Les recherches se sont orientées à Versailles vers l'obtention de lins ayant au moins les qualités de *Wiera* mais présentant en plus une certaine résistance aux maladies.

En ce qui concerne les lins à huile, après le lancement, en 1954, de la variété *Pervenche* actuellement cultivée dans la région de Paris, la sélection s'est orientée vers l'amélioration de la teneur en huile et de la résistance aux maladies ainsi que vers l'obtention de lins mixtes de printemps et d'automne (pour les régions maritimes et méridionales).

En dehors de ces travaux un grand effort a été fait en vue d'améliorer le contrôle de la pureté variétale et les bases techniques de la multiplication des semences.

3. Plantes papetières

Les cultures d'espèces annuelles pouvant fournir soit de la cellulose pour la papeterie soit des fibres textiles à l'industrie jutière serait profitable à notre économie nationale en comblant de graves lacunes de production et en évitant des importations onéreuses. Les vastes territoires en cours d'irrigation dans le Midi méditerranéen seraient particulièrement favorables à l'installation de ces cultures.

L'étude et l'amélioration de diverses espèces végétales répondant aux buts poursuivis a été entreprise à la Station de Montpellier à partir de 1958. Il s'agit du Chanvre, du Sorgho, du Dâh (*Hibiscus canabinus*) de la Canne de Provence (*Arundo donax*).

Les travaux les plus avancés concernent le Chanvre ; le but est de créer des variétés monoïques, stables, à forte production, donc tardives, à teneur en fibres élevée.

Un certain nombre de techniques de sélection ont été mises au point à l'occasion de ces recherches : en particulier des techniques d'autofécondation et d'examen de la richesse en fibres. Des études sur le déterminisme de la sexualité et l'action du milieu sur le phénotype sexuel d'individus monoïques, doivent concourir à éclaircir la question, encore obscure, de l'héridité du sexe chez cette plante.

Plantes fourragères

Avant 1939 les recherches sur les plantes fourragères étaient pratiquement inexistantes. Les stations d'amélioration des plantes se bornaient à essayer des provenances de luzerne et de trèfle violet dans le but de comparer la valeur des échantillons prélevés sur les lots de graines importées, à celles de semences produites en France. Cette absence quasi totale de recherches tenait à une indifférence générale en France à l'égard des questions de production fourragère.

La disette de viande, pendant la guerre, l'accroisement de sa consommation et les possibilités d'exportation qu'elle offre, amenèrent la Direction de la Production agricole, conformément aux recommandations du Plan de Modernisation et d'Équipement, à s'intéresser à partir de 1946 à la production du fourrage, base nécessaire de celle de la viande. C'est à partir de cette année que les recherches sur les plantes fourragères furent entreprises. Des groupes de travail furent formés à Versailles, Montpellier et Rennes et un laboratoire de recherches sur les fourrages créé à Rouen et, plus tard, à Dijon. En 1961 le groupe de chercheurs de Versailles trop à l'étroit à la Station centrale essaima à Lusignan où une station d'amélioration des plantes fourragères fut installée sur une domaine de 200 ha.

Afin de sérier les nombreux problèmes posés par une culture négligée depuis trop longtemps, une analyse de la situation était indispensable.

Le fait le plus marquant était qu'environ 70 p. 100 de la superficie agricole totale de la France était consacrée aux plantes fourragères que cette énorme surface avait une production en général très faible et ne fournissait que la moitié de la nourriture nécessaire au cheptel français. Le premier travail qui s'imposait était de rechercher les causes de cette déficience.

Il fut facilité par les résultats obtenus à l'étranger depuis de nombreuses années. L'exemple le plus complet et le plus cohérent était offert par la Grande-Bretagne où les théoriciens du « ley-farming » montraient l'intérêt qu'il y avait, au lieu d'utiliser des prairies permanentes de les défricher et d'introduire dans l'assolement des prairies temporaires, partout où cela était possible. Cette pratique avait conduit les Anglais à étudier les techniques d'établissement des prairies, celle de leur composition et de de leur exploitation et aussi à sélectionner les graminées et les légumineuses les mieux adaptées à ce mode particulier de production et au climat.

En Allemagne des recherches avaient été faites sur les méthodes rationnelles d'exploitation des herbages. Celles-ci, essayées avec succès en France, avant la guerre, à l'École de Courcelles-Chaussy, ne s'étaient pas développées, faute d'une vulgarisation efficace. Enfin, les pays scandinaves et les États-Unis s'étaient intéressés aux méthodes de sélection des plantes fourragères.

Il s'agissait de faire la synthèse de ce qu'apportaient de valable les expériences étrangères et de le vulgariser, de résoudre des problèmes encore non résolus ou ayant reçu, dans les pays voisins, des solutions mal adaptées au sol et au climat français.

En résumé, il fallait mener de front l'étude des techniques de production des fourrages, celle de leur valeur alimentaire, la création, par sélection, de variétés répondant bien aux exigences de la production et les mettre à la dispositions des agriculteurs, c'est-à-dire organiser la production des semences.

1. *Etude des techniques de production*

L'étude des diverses formes de culture fourragère a été possible grâce à une série d'enquêtes effectuées en liaison avec les services de la Production agricole du Ministère de l'Agriculture et le Groupement national interprofessionnel des semences.

La possibilité d'expérimenter sur les herbages de plusieurs domaines annexés à des écoles d'agriculture facilita également ce travail.

Les problèmes posés pouvaient se résumer ainsi :

— prairie permanente ou prairie temporaire ;
— création, entretien et utilisation des prairies ;
— utilisation rationnelle des prairies artificielles ;
— utilisation des plantes fourragères annuelles dans un plan d'intensification maximum de la production fourragère.

Des études sur l'écologie des plantes prairiales, destinées à mieux interpréter les faits agronomiques et à orienter les expériences eurent tout d'abord pour résultat l'élaboration d'une méthode pratique d'étude de la composition de la flore.

La méthode sociologique utilisée pour caractériser des peuplements naturels et des friches, était peu adaptée aux besoins des agronomes. Une nouvelle méthode, mise au point, permit d'apprécier les espèces dominantes ainsi que les surfaces, recouvertes par elles. En tenant compte des associations dans lesquelles entrent ces espèces, pour les divers milieux étudiés, il fut possible de décrire un certain nombre de types de prairies avec une précision suffisamment grande, pour permettre



FIG. 12. — *Essai d'appétibilité — Pâture de dactyle par des moutons*
Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles

Photo C. N. R. A.

un classement comparatif. Cette méthode est à la base de toutes les études agronomiques faites sur les prairies, en France. Les conclusions en paraissent peu à peu, sous forme de monographies de régions. Elle sert de base, d'autre part, à toutes les expériences sur prairie en permettant d'apprécier de façon précise l'évolution due aux divers traitements.

Il importait d'autre part, de chiffrer de façon exacte le rendement d'un gazon. Ceci est facile lorsqu'il s'agit de gazons fauchés, mais devient très compliqué dans le cas de gazons pâturés. L'étude du nombre de répétitions et de la surface des parcelles permettant des prélèvements, avant l'arrivée et après le départ des animaux, de la surface de ces prélèvements, de la durée du séjour des animaux sur les parcelles (en relation avec la surface d'herbe qui leur est offerte), la consommation horaire du bétail, les surfaces salies par les déjections, permirent de mettre au point des techniques utilisables en diminuant l'erreur expérimentale, en général très forte.

Ces deux méthodes de mesure étant définies, les études furent orientées dans les directions suivantes :

— Recherches sur le comportement des espèces prairiales en place, en fonction des divers facteurs du milieu : eau, pH, fertilité, avec, en corrolaire, l'étude de la biologie et de l'écologie de la germination des graines des principales espèces. Le but à atteindre est une meilleure compréhension de l'action des facteurs de déséquilibre de la flore.

— Recherches sur l'influence des divers modes d'exploitation montrant l'action d'une pâture plus ou moins intensive sur le comportement du gazon, sur les quantités de matière sèche produites et consommées, sur le rythme annuel de production.

— Recherches sur les mélanges à utiliser, les doses à semer, la préparation du lit de semence et les modalités du semis, sur les fumures azotées ainsi que le rythme de leur application.

Des considérations d'ordre théorique, ainsi que l'essai de création de prairies temporaires fait dans un grand nombre d'exploitation grâce au concours d'ingénieurs des Services agricoles et de Centre d'études techniques agricoles, montrèrent rapidement l'intérêt qu'il y aurait à remplacer la prairie permanente par une prairie temporaire incluse ou non dans l'assolement. L'ensemble des recherches fut donc orienté vers ce dernier but.

La prairie artificielle, avec ses plantes à forte production, était surtout utilisée jusqu'à présent pour la production du foin. Le désir d'étendre la prairie temporaire pâturée et d'utiliser le rythme de végétation et la résistance à la sécheresse, de la luzerne notamment, pour allonger la durée de la période de pâture, fit utiliser les légumineuses des prairies artificielles en mélange avec des graminées. Ces nouvelles techniques se répandirent rapidement.

Il existait depuis longtemps des assolements fourragers intensifs dans certaines régions françaises : pays de Caux, Bretagne. Ces assolements furent étudiés dans le but de connaître le rendement des différentes espèces entrant dans l'assolement, de caractériser leur valeur fourragère et l'intérêt de leur emploi. En même temps, des études variétales purent être faites. Ces travaux conduits à Rennes et à Rouen permirent d'évaluer de façon précise l'apport de chaque espèce, la qualité du fourrage produit et la place lui revenant dans l'assolement, pour une production continue de fourrage durant la plus grande partie de l'année.

2. *Amélioration des espèces fourragères*

Les espèces fourragères sont très nombreuses. Les moyens limités en chercheurs et en crédits dont on pouvait disposer obligèrent à n'étudier que les plus intéressantes.

La production fourragère est basée sur trois grands types de culture :

— les cultures annuelles ou dérobées dont la succession peut former un assolement fourrager, mais qui peuvent aussi constituer un appoint destiné à combler un déficit momentané.

— les cultures pluriannuelles, c'est-à-dire la prairie temporaire,

— la prairie permanente.

De cette dernière il ne sera pas question ici, puisqu'en principe elle ne se resème

pas ou, en tout cas, les resemis se font naturellement par l'intermédiaire des plantes de refus arrivant à grainer ou des graines stockées depuis longtemps en terre ou amenées par le vent.

Plantes annuelles

Dans cette catégorie ont été étudiées : les Vesces et Pois, la Féverole, le Trèfle incarnat, le Ray-grass d'Italie, les Crucifères fourragères.

1. Vesces et pois

Une description des principales espèces et variétés de Vesces cultivées, avec leurs caractéristiques morphologiques, physiologiques et agricoles a été publiée en 1954. Elle servit de base à l'intégration au catalogue français d'une liste officielle des variétés de vesces communes.

La sélection réalisée à Versailles et à Montpellier, a conduit à l'obtention de trois variétés de printemps et d'une variété d'hiver de vesce commune : *Blanchefleur, Blanchegraine, Occitane et Myrto*. Parallèlement, l'étude de méthodes d'expérimentation dans lesquelles plusieurs espèces figuent en mélange a pu être entreprise et conduire à des conclusions sur la proportion relative des constituants à semer et sur la densité totale de plantes à obtenir à l'unité de surface.

Un travail analogue a été fait sur le Pois qui peut être utilisé soit pour la production de fourrage vert, soit pour celle de graines à consommer au même titre que les féveroles.

2. Féveroles

Ces dernières ont fait l'objet de recherches assez approfondies parce que, s'il était possible d'obtenir avec elles des rendements régulièrement élevés, l'approvionnement de la ferme en aliments concentrés, riches en protéines, serait facilement résolu.

L'irrégularité de ses rendements est due à deux causes pricncipales :

— la sensibilité aux pucerons (*Aphis fabae*) ;

— les fortes exigences en eau entre la floraison et la formation des gousses.

Pour lutter par voie génétique contre ces deux phénomènes qui sont d'ailleurs liés, les pucerons envahissant les cultures dès la période sèche, il n'existe que des moyens indirects :

— création de variétés de printemps précoces dont la floraison est achevée au moment de l'apparition des pucerons.

— création de variétés d'hiver qui, grâce à une période de végétation plus longue possèdent, dès le début du printemps, un système radiculaire puissant ; leur précocité de floraison et de nouaison, leur permet d'échapper presque totalement aux dégâts des pucerons ainsi qu'à un manque d'alimentation en eau à la période critique. Par contre, elles sont souvent attaquées par le *Botrytis*.

Les travaux préliminaires à la sélection ont eu pour objet l'étude de la biologie de la Féverole : développement, biologie de la reproduction (pourcentage d'autogamie), grainage, résistance au froid ainsi que l'analyse des composantes du rendement.

En même temps, furent étudiées et caractérisées les populations françaises et les variétés étrangères actuellement cultivées. Un programme de sélection basé sur ces résultats fut mis en œuvre à partir de 1952 à Versailles, puis à Rennes et à Dijon. Il a eu pour résultat l'obtention de nombreuses lignées la plupart plus productives que la population *Côte-d'Or*.

Une expérimentation très soignée, au champ, permit de fixer des techniques de culture à utiliser par région (densité de peuplements, dates du semis) et fournit de précieuses indications sur les objectifs de la sélection.

3. Crucifères fourragères

Les recherches concernant les Crucifères fourragères portent sur la Moutarde blanche, la Navette, le Colza et les Choux fourragers. En ce qui concerne les trois premières, il a été possible de mettre en évidence l'intérêt de certaines populations et d'en tirer des lignées actuellement en cours de multiplication.

Les travaux sur les Choux fourragers débutèrent à Rennes par le rassemblement des populations cultivées en France et d'un certain nombre de variétés étrangères, anglaises pour la plupart. On a pu classer les variétés d'après leur résistance au froid, le rythme de leur production et de pertes des feuilles, leur teneur en matière sèche et en protéines.

L'intérêt de cette plante, capable de fournir de gros tonnages de fourrage, riche en protéines, son extension hors de sa zone traditionnelle de culture et la possibilité d'améliorer les techniques habituelles de production et d'affouragement ont conduit à entreprendre sa sélection.

Une étude de la biologie florale a précisé le taux naturel de fécondations croisées (à l'aide de lignées portant un gène marqueur) l'auto et l'allopollinisation au stade bouton floral et à l'anthèse.

La méthode de sélection utilisée est basée sur l'obtention, en reproduction consanguine, d'un certain nombre de lignées, sur l'étude de leur aptitude à la combinaison, sur le maintien des plantes mères par bouturage et la production de variétés synthétiques.

Ce programme étant à longue échéance, une méthode plus simple et plus rapide est utilisée en même temps : sélection de plantes mères par étude de leur descendance en fécondation libre, production de semences par fécondation croisée entre les plantes mères retenues.

Parallèlement à ces travaux, une étude des meilleures techniques culturales : dates de repiquage, semis en place, densité des peuplements, date de récolte, influence de l'effeuillage, est en cours.

Plantes pluriannuelles

Schéma général de sélection

Les méthodes générales de sélection appliquées à ces plantes, font appel à l'utilisation du phénomène d'hétérosis : il s'agit de détecter puis de produire en grand, les combinaisons favorables. Préconisées et utilisées dès 1946, contrairement à l'opinion de beaucoup de chercheurs étrangers, ces méthodes présentent un gros progrès sur celles de la sélection massale classique.

Le cycle de sélection est divisé en deux phases :

— phase d'autofécondation ou de croisements consanguins en vue d'obtenir des lignées sélectionnées pour leur résistance aux maladies et aux accidents dus au climat, possédant par ailleurs, un rythme mieux défini de développement ;

— phase d'hybridation correspondant à l'étude des hybrides entre lignées afin de détecter les combinaisons les plus favorables qui peuvent ensuite être refaites à volonté et donnent naissance aux variétés.

Les plantes fourragères qui nous occupent étant toutes allogames, à fleurs hermaphrodites, l'hybridation industrielle n'est normalement pas utilisable comme chez une plante dicline monoïque, telle que le Maïs. On laisse d'ordinaire jouer l'hybridation naturelle entre lignées cultivées en mélange (variétés synthétiques). Le système est moins précis et moins efficace que chez le Maïs. La découverte de cas de stérilité mâle à l'hérédité cytoplasmique permettrait d'ailleurs de tourner cette difficulté.

L'application de ce schéma exige, pour chacune des espèces étudiées, des mises au point, tenant compte surtout de leur mode général d'hérédité. Celui-ci règle la rapidité avec laquelle l'homozygotie s'obtient par consanguinité, les chances que l'on a de retrouver dans les descendances les caractères phénotypiques observés sur les plantes mères, le nombre d'individus sur lesquels doivent porter les prospections ou l'étude des descendances, le nombre de générations de multiplication auxquelles les variétés synthétiques doivent être soumises afin de profiter au maximum de l'effet d'hétérosis.

Certaines difficultés viennent également du fait que ces plantes sont cultivées en mélange dans des associations de longue durée et dont l'équilibre économiquement le plus rentable doit être conservé, malgré les facteurs qui tendraient à le détruire. Ceci rend l'appréciation des lignées délicate, leur comportement pouvant être influencé par des conditions de milieu (concurrence, mode d'exploitation) difficiles à prévoir.

Les travaux de sélection se sont poursuivis depuis 1946 à Versailles, puis à Lusignan. à Montpellier et à Dijon. Ils ont eu pour objet deux légumineuses : la Luzerne et le Trèfle violet et quatre genres de graminées : le Dactyle, les Ray-grass, les Fléoles et les Fétuques.

Légumineuses

1. Luzerne

Un étude des principaux types de luzerne cultivés en France et à l'étranger a permis de les caractériser, de préciser leur intérêt agronomique, d'établir un catalogue officielle des variétés de luzerne cultivées et d'instituer un contrôle sur pied portant sur l'identité variétale des types commercialisés. Le catalogue et le contrôle furent ensuite, peu à peu, étendus aux autres espèces fourragères.

En vue d'établir une méthode de sélection cohérente et efficace divers problèmes théoriques demanderaient à être éclaircis.

On savait qu'une partie du génome de la luzerne était autotétraploïde. Il restait à préciser l'importance relative du génome restant à l'état diploïde, afin de comprendre le mode d'hérédité général de cette plante.

Il était nécessaire également de préciser l'évolution des populations tétraploïdes de luzerne se reproduisant en panmixie afin de prévoir le devenir des populations et des variétés soumises à des multiplications successives.

Enfin, la forte autostérilité de la Luzerne ayant une influence très grande sur la méthode de sélection, ses causes demandaient à être précisées.

D'autre part, chez une plante perenne, donnant plusieurs récoltes au cours de l'année, la création et l'essai de variétés sélectionnées impliquait la connaissance des répercussions du système d'exploitation sur le cycle biologique de la plante.

En étudiant le mode de transmission de certains caractères (bigarrures et coloration des fleurs, présence de folioles supplémentaires, forme des graines, panachure du feuillage) on a pu montrer que le génome de la Luzerne est en majeure partie tétraploïde. Ceci enlève tout espoir d'obtenir au cours des travaux de sélection en pépinière des familles homozygotes, mais n'exclut pas la possibilité d'amener à l'état homozygote des caractères majeurs à hérédité relativement simple. L'étude mathématique de la méïose et l'utilisation du calcul matriciel pour l'étude de la consanguinité par autofécondation permettent de prévoir pendant combien de générations il est nécessaire de travailler pour atteindre une homozygotie déterminée et le nombre approximatif de plantes à autoféconder dans une lignée pour la fixation de certains caractères.

L'étude des manifestations particulières de l'hétérosis chez les tétraploïdes montre qu'on ne peut, dans une méthode d'amélioration, utiliser, avec succès, que des aptitudes individuelles à la combinaison. A la suite du croisement, l'hétérozygotie maximum n'est pas obligatoirement atteinte à la première génération hybride mais la vigueur hybride peut, dans certains cas, être maintenue au cours des générations ultérieures de multiplication en panmixie.

A côté de ces études de génétiques, une série de recherches ont été consacrées à la biologie florale. Elles ont permis de montrer que la Luzerne, plante à pollinisation entomophile, présente, dans les conditions naturelles, 5 à 10 p. 100 d'autofécondations. Il y a un très net gradiant du pollen dispersé à partir d'une plante et les proportions de pollen propre et de pollen des plantes voisines sont respectivement, sur les stigmates pollinisées, de 4/5 et 1/5 environ.

Cette faible proportion de l'allopollen, comparée aux taux élevé de fécondation croisée, implique une importante sélectivité des tubes polliniques, au détriment de l'autopollen : un tube pollinique issu d'un grain de pollen étranger à 40 fois plus de chance de féconder un ovule que celui d'un grain de pollen de la plante elle-même.

L'analyse de l'autofertilité montre qu'il s'agit d'un phénomène quantitatif. La fertilité, pour un individu donné, est probablement conditionnée par la concentration, en substances de croissance, du tissu conducteur du style, qui permet à une gamme plus ou moins large de tubes polliniques de descendre vers l'ovaire. Ces substances sont sans doute voisines des auxines.

Ces travaux, fondamentaux pour la connaissance de la méthode de sélection étaient complétés par des recherches sur la production du fourrage en vue d'orienter le sélectionneur dans le choix des techniques à utiliser pour l'appliquer correctement.

Dans les variétés de plantes allogames, l'unité de rendement n'est pas la plante, mais un échantillon des divers génotypes juxtaposés. L'analyse précise des facteurs du rendement est donc difficile. On a cependant tenté d'aboutir à définir une hiérarchie dans les caractères intéressant le rendement, de préciser leur héritabilité, de connaître



FIG. 13. — *Récolte de pollen de luzerne en vue d'un croisement.*
Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles

Photo C. N. R. A.

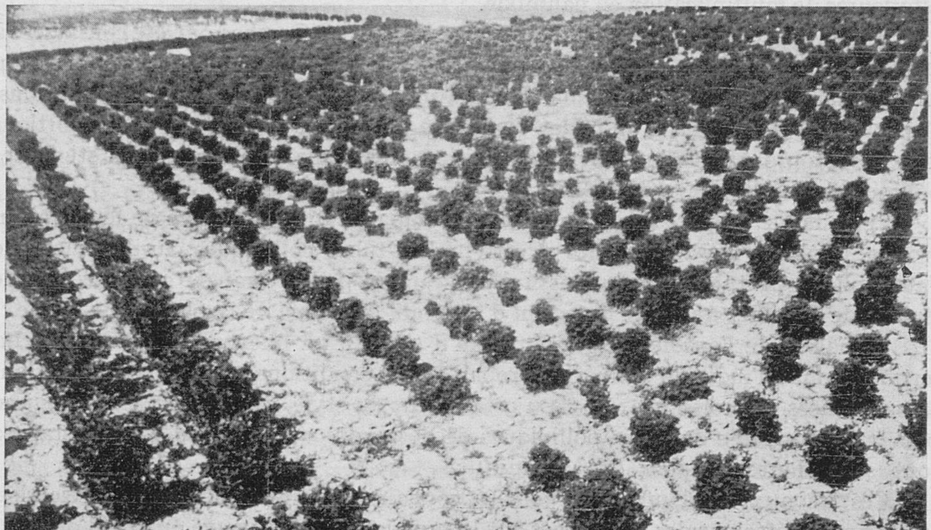


FIG. 14. — *Une pépinière de sélection de luzerne. Plantes « inbred »*
Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles

Photo C. N. R. A.

l'influence exacte de la densité de peuplement, du rythme des coupes d'exploitation et du pâturage.

La méthode d'amélioration et les techniques d'expérimentation ont abouti à l'obtention d'hybrides de rendement remarquable, dont les plus anciens sont en voie de multiplication en vue de leur étude sur grandes parcelles.

Elles ont permis également de définir les méthodes rationnelles de sélection conservatrice, de multiplication et de contrôle des variétés.

2. Trèfle violet

Comme pour la Luzerne, il importait en premier lieu de connaître la valeur agronomique des populations françaises. Au cours des années 1950 à 1954, un bon nombre d'échantillons fournis par les Directeurs de Services agricoles, les négociants et provenant de diverses régions ont été étudiés en pépinière et en essais de rendement. Cette étude a montré :

— la faible différence entre les origines de trèfle violet français

— la valeur des populations françaises comme matériel de départ pour l'amélioration

— la très grande amplitude de variation qui existe à l'intérieur des populations françaises et étrangères pour des caractéristiques qui, comme la date de floraison par exemple, conditionnent dans une grande mesure la valeur agronomique.

L'un des premiers buts de sélection était donc l'obtention de variétés plus homogènes. Une sélection massale permit rapidement d'obtenir une variété demi tardive de trèfle violet, inscrite au catalogue sous le nom ce *Goliath*.

La grande sensibilité des populations à *Sclerotinia trifoliorum* est la cause majeure de la faible perennité du trèfle violet. La recherche de la résistance à ce parasite, en même temps qu'à d'autres également très dangereux, en particulier *Erysiphe polygoni*, constituait un but de sélection important.

La méthode de sélection décrite plus haut est difficile à appliquer par suite de la très grande autostérilité du trèfle. Pour obtenir des lignées consanguines, il est nécessaire de procéder à des croisements frères x sœurs. Le taux de consanguinité augmente ainsi plus lentement. Pour accélérer la sélection on utilise également, malgré le danger des viroses, des clônes obtenus à partir de plantes-mères intéressantes. L'aptitude à la combinaison des familles et des clônes est ensuite étudiée en croisements, à voie multiple avec appréciation du rendement des descendances suivant le schéma habituel.

Parallèlement, des études de génétique portant sur des caractères simples (marque foliaire, coloration des stipules, des fleurs, etc.) ont été menées à bien, ainsi que l'appréciation de l'héritabilité de caractères complexes, tels que la précocité de floraison.

Graminées fourragères

Les espèces étudiées en premier furent le Dactyle, les Ray-grass perenne et hybride, puis la Fléole et les Fétuques.

La méthode générale de sélection est celle décrite à propos de la Luzerne. L'obli-

gation où l'on est, pour connaître la valeur agronomique réelle des plantes-mères, d'étudier leur descendance en exploitation normale par les animaux, a permis d'introduire des critères de sélection qui, sans cela, ne pourraient pas être utilisés, en particulier l'appétibilité. Ceci a mis en évidence la très grande importance de la résistance aux maladies et du mode de développement des plantes, non seulement comme facteurs du rendement à une époque déterminée de l'année, mais encore comme facteurs fondamentaux de la consommation de l'herbe par les animaux.

1. Dactyle

La transmission d'un certain nombre de caractères a été étudiée en vue de connaître le mode général d'hérédité chez le Dactyle, espèce autotétraploïde. C'est ainsi que l'albinisme est conditionné par deux séries de gènes, dont la position sur les chromosomes porteurs est caractérisée par des indices de séparation qui ont été déterminés. La modalité de dominance, réglant les rapports entre allèles de chacune de ces deux séries, est simple et celles-ci ont une action complémentaire : seuls les individus nulliplex aux deux *loci* sont récessifs.

La pilosité des gaines est à hérédité trifactorielle, les trois *loci* en cause peuvent être considérés comme indépendants de leurs centromères respectifs. La modalité de dominance réglant les rapports entre allèles de chacune des trois séries est le dosage. Seuls les individus possédant six allèles dominants présentent le phénotype glabre, dominant. Le mode d'action des gènes situés aux divers *loci* est cumulatif.

Un type d'hérédité analogue se rencontre pour le caractère « ciliation de la base du limbe » : l'absence de cils est dominante et conditionnée par trois séries d'allèles. Il existe des phénomènes de linkage entre les *loci* des séries de la pilosité des gaines et de la ciliation des limbes.

Ces quelques données montrent le nombre élevé de plantes de départ qu'il est nécessaire d'étudier pour découvrir une plante-mère possédant certaines caractéristiques recherchées. Ce fait est particulièrement important pour la résistance aux maladies.

Au cours d'analyse de populations naturelles effectuées de 1949 à 1956, il n'a été possible d'observer que :

1. p 100 de plantes non touchées par *Corynebacterium rathayi*

2,5 p. 100 de plantes non touchées par *Scolecotrichum graminis*

1,48 p. 100 de plantes non touchées par les trois rouilles : *P. graminis*, *P. glumarum*, *Uromyces dactylidis*.

Enfin, en 1955, sur 1069 plantes-mères déjà sélectionnées pour la résistance à l'Oïdium (*Erysiphe graminis*) les années précédentes, aucune ne fut trouvée indemne cette année-là.

Le matériel de départ a été fourni surtout par les populations françaises. Leur examen a montré quelles étaient les régions les plus intéressantes pour la recherche de caractères végétatifs précieux. On a ainsi mis en évidence :

— l'intérêt des population méridionales des hautes vallées de montagne pour l'obtention de plantes précoces ;

— la longue durée de production de feuilles, des plantes provenant de régions à climat atlantique à prairies exploitées en pâture ;

— la tardivité au départ et la faible durée de la période de croissance végétative, des populations constituant les peuplements des zones à climat très continental, mais aussi leur richesse en plantes résistantes au froid et à la sécheresse.

Ce matériel est donc un réservoir intéressant de plantes utiles mais la variabilité de ces populations pour nombre de caractères, en particulier pour le rythme de

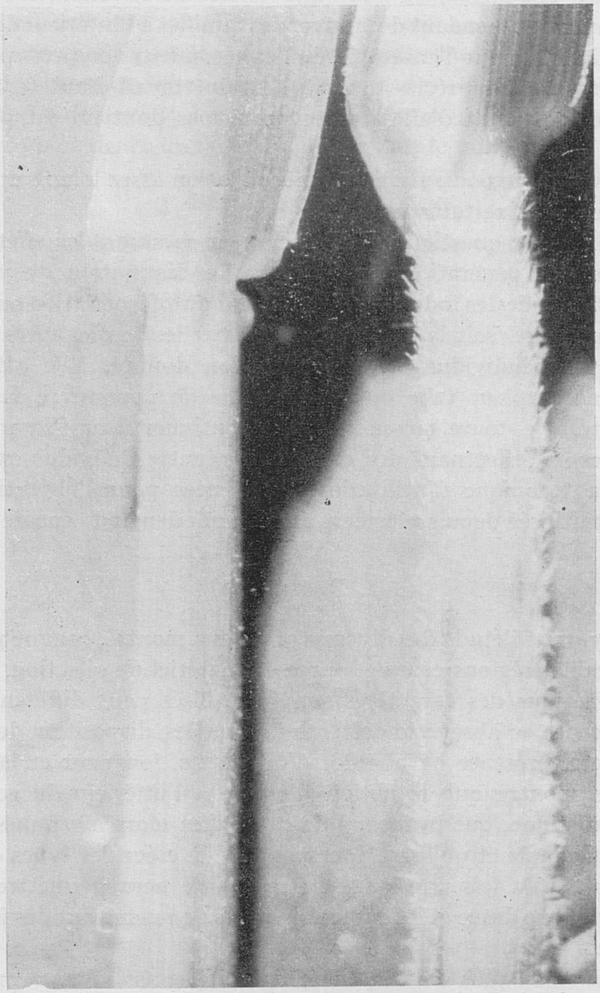


FIG. 15. — *Deux types de pilosité sur gaine de dactyle*

Photo C. N. R. A.

végétation, est beaucoup trop élevée pour qu'elles puissent être utilisées directement. Les critères de sélection :

— rythme de végétation ;
— résistance aux parasites et accidents ;
— appétibilité
— rendement

interfèrent les uns avec les autres.

C'est ainsi que l'attaque des plantes par des parasites du feuillage a pour conséquence, non seulement une diminution de leur valeur nutritive, mais encore leur rejet par les animaux, les souches les plus touchées étant aussi les moins consommées. Il y a, de même, une corrélation étroite entre la gravité des attaques de parasites et l'aptitude à la repousse ou la sensibilité au froid de l'hiver.

L'appétibilité elle-même, en tant que critère de sélection, est assez difficile à mesurer. Il est possible cependant de trouver des familles à l'intérieur de chaque groupe de précocité qui sont, pour l'ensemble de l'année, mieux acceptées par les animaux.

Ces caractères sont appréciés tout au long du travail d'autofécondation. Cette technique elle-même posait d'ailleurs des problèmes dont un est particulièrement important :

— Est-il possible de poursuivre l'autofécondation assez longtemps pour obtenir des lignées ficées pour certains caractères ?

La réponse à cette question a été obtenue en mesurant les effets de la consanguinité au cours des générations successives. La diminution de vigueur estimée en mesurant soit la taille des individus provenant d'autofécondation ou de fécondation libre d'une même mère, soit la surface occupée par les touffes après un an, est très variable suivant les individus, à une génération donnée. Elle atteint rarement, même en I_6, une ampleur telle qu'elle empêche de poursuivre la multiplication en consanguinité. De toute façon, on peut continuer à améliorer l'homogénéité des descendances, en effectuant des croisements, entre individus apparentés.

Enfin, si la technique d'utilisation des lignées pour l'obtention de variétés synthétiques est utilisée depuis plusieurs années, elle demande encore certaines mises au point.

2. Ray-grass

Chez le Ray-grass l'étude des diverses origines a montré, comme pour le Dactyle, l'intérêt de certaines régions comme source de matériel de sélection.

L'étude génétique des caractères simples utilisés pour différencier les espèces de *Lolium* : présence ou absence d'arêtes des glumelles, disposition des feuilles à l'intérieur des gaines, présence ou absence d'oreillettes, longueur et largeur du limbe foliaire, etc. ont montré que la notion d'espèce à l'intérieur du genre *Lolium* n'a qu'une base statistique, que beaucoup de caractères morphologiques de ces espèces ont une hérédité simple et qu'il est donc possible de créer des types de perennité intermédiaire ayant à la fois une longévité suffisante pour permettre la création de prairies d'assez longue durée et les caractéristiques de rendement des formes annuelles ou bisannuelles.

Effectivement, en plus de la recherche de ray-grass vivaces productifs, ayant un rythme de végétation défini et résistant aux maladies, l'un des buts principaux de sélection est l'obtention d'un type hybride à grand rendement.

Le Ray-grass d'Italie est une des graminées les plus remarquables pour ses possibilités énormes de rendement à l'hectare.

De tout temps, une petite production de semences, basée sur l'existence de populations locales, existait en France dans la Mayenne. Ce sont ces populations qui servirent de départ aux travaux de sélection. Les Ray-grass étant tous diploïdes aucune difficulté majeure, si ce n'est une forte autostérilité, ne s'opposait à ce travail. Une première sélection massale permit de trier des plantes peu attaquées par les parasites :

Helminthosporium et *Siccans gramineum, Puccinia coronata* et *graminis* résistantes à la sécheresse et alternatives ou non : Elles donnèrent naissance à deux souches, l'une alternative. *Rita,* l'autre non : *Rina*... et ayant un rendement supérieur à la population de départ.

Un nouveau cycle de sélection, basé sur l'obtention de familles consanguines présentant des caractères intéressants de résistance et sur l'aptitude à la combinaison de ces familles, est en cours actuellement.

L'une des caractéristiques les plus intéressantes du Ray-grass d'Italie étant la rapidité de sa croissance et de son développement, des observations sur la réalisation des différents stades de développement ont été effectuées. Elles ont permis, en particulier, de mettre en évidence les facteurs influant sur le tallage.

3. Fétuques et Fléoles

Les travaux de sélection sont conduits sur le même schéma mais, ayant débuté plus tard, ils sont moins avancés.

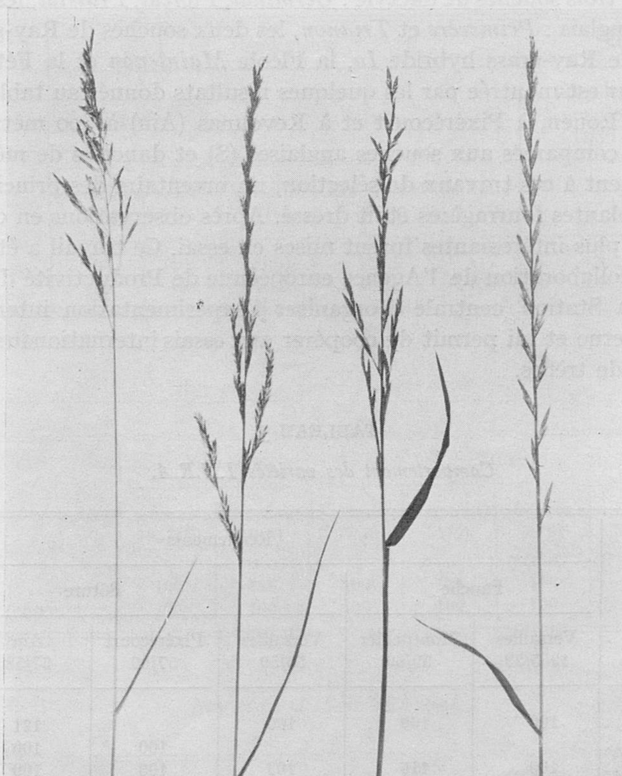


Fig. 16. — *Inflorescence de Festuca pratensis Huds (à gauche), Lolium perenne L. (à droite) et deux hybrides F1 (au centre).*
Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles
Photo C. N. R. A.

Des recherches ont été entreprises, afin d'obtenir par croisement entre *Lolium* et *Festuca,* une graminée ayant les caractéristiques de rendement du Ray-grass et la résistance à la sécheresse de la Fétuque.

L'observation des hybrides ainsi obtenus a montré une sélection gamétique et zygotique, se manifestant dans le faible grainage de la F_1 et dans la mauvaise germination des recroisements. Il se produit une élimination sévère des combinaisons hétérozygotes dans les gamètes et les zygotes. Une ségrégation de la fertilité pollinique se superpose, dans les recroisements, à ces processus. Certains descendants de recroisements sont intéressants pour leurs résistance aux maladies et à la sécheresse.

4. Résultats de l'amélioration des plantes fourragères

L'ensemble des travaux de sélection sur graminées a abouti à la création de souches de rythme de végétation défini et qui trouvent dès à présent une très large diffusion chez les agriculteurs.

Ce sont les trois souches de dactyle : *Germinal, Floréal, Prairial,* les deux souches de Ray-grass anglais : *Primevère* et *Trianon,* les deux souches de Ray-grass d'Italie : *Rita* et *Rina,* le Ray-grass hybride *Io,* la Fléole *Maintenon* et la Fétuque *Naïade.*

Leur valeur est montrée par les quelques résultats donnés au tableau 3 obtenus à Versailles, à Rouen, à Pixérécourt et à Revonnas (Ain) à 800 mètres d'altitude. Elles sont comparées aux souches anglaises (S) et danoises de même précocité.

Parallèlement à ces travaux de sélection, un inventaire des principales variétés étrangères de plantes fourragères était dressé. Après observations en carrés de comportement, les plus intéressantes furent mises en essai. Ce travail a été grandement facilité par la collaboration de l'Agence européenne de Productivité de l'O. E. C. E. qui chargea la Station centrale d'organiser l'expérimentation internationale des variétés de luzerne et lui permit de coopérer aux essais internationaux de graminées fourragères et de trèfles.

TABLEAU 3

Comportement des variétés I.N.R.A.

	Rendements					
	Fauche		Pâture			
	Versailles 1955/59	Montpellier 59/60	Versailles 55/59	Pixérécourt 57/60	Ain 57/58	Grignon 58/60
S37	100	100	100		121	—
Danois				100	100	—
Germinal	100	116	103	103	100	—
S37	100	100	100		100	95,5
Danois				100		100
Floréal	97,5	98,5	100	105	105	126
	1955/1961		1955/1961			
S143	100	100	100	100	100	100
Prairial	105	122	105	101	100	112

	Précocité		État sanitaire (Notations 1957-1959) Moyennes pour 3 stations 1 très sensible-9 résistants	
	Classe	Notations 1958 Homogénéité Durée période épiaison	Oïdium et Scolecotrichum	Rouilles
Germinal	rien d'équivalent	19 jours	7,2	7,6
Floréal	presque	20 jours	5	6,6
Danois	comparables	21 à 29 jours	4,4	5,2
S37		24 jours	4,6	6,0
S143	comparables	26 jours	4,4	6,2
Prairial		20 jours	5,0	6,4

Ray-grass anglais

	Rendements					État sanitaire	
	Fauche		Pâture			Rouilles 3 notations 57/59	Helmintho-sporium
	Versailles 57/59	Rouen 57/59	Versailles 57/59	Pixérécourt 57/59	Ain 57/58		
Primevère	104	104	100	118,5	117	3,8	7,4
S24	100	100	100	100	100	3,4	7,2

Ray-grass d'Italie pluriannuels

	Fauche		Pâture				Rouilles 3 notations 1957/1959
	8 essais 1957/59	3 essais 59/61	Versailles 57/59	Versailles 54/61	Le Pin 59/61	Ain 57/58	
Rina	100	146	100	123	106	114	3,4
Autres variétés (ensemble) .	100	100	100	100	100	100	2,8

Ray-grass d'Italie alternatifs

	Rendement			État sanitaire
	Fauche 2 essais 57/59	Versailles 2 essais 57/59	Ain 57/58	Rouilles 57/59
Rita	104	100	108	5,6
Autres ray-grass alternatifs	100	100	100	6,2

Grâce aux connaissances ainsi acquises, furent données des listes de variétés de Vesce commune, de Féveroles, de Pois, de Luzerne, de Trèfle violet, de Dactyle, de Ray-grass, de Fétuque et de Fléole, incluses au catalogue des espèces et variétés. L'effort exigé par cette expérimentation fut d'autant plus important que le nombre de variétés à essayer ainsi que la complexité des essais à entreprendre furent grands.

Les techniques de multiplication de semences fourragères étaient, en 1945, beaucoup plus proches de la cueillette que d'une culture rationnelle. De nombreux essais permirent de fixer les quantités à semer, le mode de semaille avec ou sans couverture, les écartements entre lignes, le mode de production (coupe à laisser fleurir, stade auquel doivent être faites les coupes antérieures). Enfin ,l'évolution des variétés synthétiques au cours de leurs multiplications successives fut étudiée et le nombre de générations fixé pour les diverses variétés.

Partie d'un niveau quasiment nul en 1957, la production de semences de graminées fourragères atteint en 1961, 700 tonnes environ couvrant pour certaines espèces 15 p. 100 des besoins français.

Arbres fruitiers

1° Arbres fruitiers à noyau

Les recherches conduites à la Station de Recherches viticoles et d'Arboriculture fruitière de Pont-de-la-Maye, organisées en 1936, furent interrompues par les hostilités de 1939-1945. Ce n'est qu'à partir de la fin de la guerre que la réalisation du programme a pu être reprise. Il prévoyait l'étude générale des variétés et des porte-greffes des principales essences fruitières à noyau (Pêcher, Prunier, Abricotier, Cerisier, Amandier) ainsi que l'étude des divers problèmes d'ordre agronomique et technologique intéressant leur production.

La connaissance précise du matériel utilisé en culture ou susceptible de l'être a été le but des premiers travaux. Son amélioration à partir des populations ou types variétaux existants à conduit à entreprendre de nombreux semis des sélections clonales, des croisements intervariétaux et interspécifiques. Ces travaux, ainsi que les problèmes posés par la multiplication des porte-greffes ou la fertilité chez certaines espèces ont réservé aux recherches de physiologie une place importante.

L'étude du matiérel en pépinière est vérifiée et précisée par des essais en verger. Cette expérimentation, décentralisée le plus possible, constitue une part importante des programmes. Enfin, des vergers de multiplication sont destinés à diffuser par l'intermédiaire des pépiniéristes, le matériel sélectionné.

a) Recherches concernant les variétés

Les études les plus anciennes concernent le Pêcher (1938). Étendues peu à peu au Prunier domestique, à l'Abricotier, au Cerisier et à l'Amandier, elles sont basées sur des vergers de collection sans cesse complétés et dont la plantation s'échelonne nécessairement dans le temps. La seule constitution d'un verger de collection, apte aux observations, nécessite de 4 à 6 années. Plusieurs vergers sont indispensables

dans des milieux différents pour étudier certains caractères distinctifs, en particulier les caractères physiologiques et culturaux qui fluctuent beaucoup avec les conditions écologiques.

Le résultat de ces études est une meilleure connaissance systématique de l'espèce et des variétés cultivées qu'elle renferme. Elle est basée sur une description morphologique précise à l'aide de caractère peu fluctuants, susceptibles d'être utilisés ensuite pour le contrôle des pépinières. En même temps, il est possible d'apprécier la précocité des variétés, leur vigueur, les qualités de leurs fruits et leur comportement vis-à-vis des principales maladies et des accidents dus au milieu.

On aboutit finalement à une classification générale des variétés base d'une liste incluse au catalogue des variétés cultivées en France, à une monographie descriptive

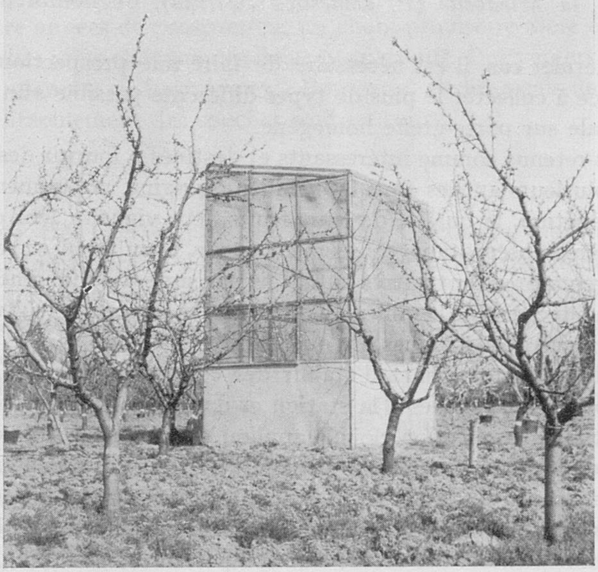


FIG. 17. — *Cage d'isolement placée sur un pêcher de la collection variétale en vue de travaux d'hybridation. Station d'Arboriculture de Pont-de-la-Maye, Gironde.*

Photo C. R. A. S. O.

susceptible de servir d'outils de travail aux chercheurs et aux vulgarisateurs et enfin, à des listes de variétés recommandées dont l'étude doit être poussée davantage en essais comparatifs et qui seront multipliées dans les vergers de référence.

Ces vergers sont la source de greffons authentiques et sains fournis aux pépiniéristes qui acceptent de les utiliser sous le contrôle de l'Institut national de la Recherche agronomique.

En ce qui concerne le Pêcher, une monographie des variétés cultivées a paru en 1950. Le problème de la production des pêches dans les régions à hiver doux a surtout retenu l'attention, ainsi que la sélection après hybridation de variétés résistantes au *Coryneum*, à la Cloque et à *l'Oïdium*, de variétés précoces, à chair jaune, à noyau libre, de variétés à chair jaune demi-ferme sans coloration autour du noyau, pour la conserverie.

Une monographie des variétés de Prunier est actuellement sous presse. Un travail de sélection par hybridation avec comme objectif l'obtention de variétés précoces à gros fruits et de bonne qualité, ou résistantes à la Rouille, est en cours.

Des recherches parallèles sont conduites sur le Cerisier. Une étude, permettant l'identification des variétés et le recensement des synonymes est maintenant achevée pour les principales variétés cultivées. Elle a permis aussi de connaître des caractéristiques physiologiques importantes : échelle de floraison, échelle de maturité, biologie florale.

Bien qu'il soit toujours long et coûteux, ce travail d'étude des variétés est relativement simple lorsqu'il s'agit de variétés-clones comme c'est en général le cas pour le pêcher, il devient beaucoup plus compliqué lorsqu'il s'adresse à des variétés-populations telles que la *Prune d'ente* (*P. domestica intermedia*), *la Reine-Claude* (*P. domestica italica*), *la Mirabelle* (*P. domestica insititia*), de nombreux abricotiers et amandiers.

Dans ce dernier cas, il est nécessaire de faire une prospection sur les lieux de culture, destinée à collecter le plus de types différents possible afin d'en établir une collection clonale sur porte-greffe homogène.

Les arbres retenus comme intéressants et destinés à fournir des clones sont étudiés pendant plusieurs années dans leur milieu d'origine, notamment en ce qui concerne leur production, la qualité de leurs fruits, leur vigueur, leur état sanitaire.

Ces premières observations renseignent sur la population et ses limites et permettent de faire un premier tri (très imparfait par suite des différences existant entre les arbres en ce qui concerne le milieu, le porte-greffe, le mode de culture) et d'éliminer les souches se révélant identiques à d'autres ou virosées.

Le matériel collecté permet d'établir des collections clonales, greffées sur un porte-greffe homogène, établies à la station et dans le milieu de production.

Les objectifs de la sélection clonale appliquée aux souches en collection, varient selon les espèces et la nature des populations étudiées. Les caractères distinctifs les plus intéressants sont ceux de la fleur, du fruit, du noyau et parfois de la feuille.

Les clônes une fois caractérisés, les plus intéressants sont multipliés et mis en vergers d'expérimentation. On étudie leur comportement avec les principaux porte-greffes, leur biologie florale (auto et interstérilité) leur écologie.

Ce travail a été conduit jusqu'à présent sur les populations de *Prunier d'ente*, de *Reine-Claude*, de *Mirabelle*, d'*Abricot rouge du Roussillon*.

Prunier d'ente

A la suite des observations faites sur 70 souches à gros fruits retenus après prospection, trois d'entre elles ont été recommandées pour les jeunes plantations : *P.* 707, *P.* 632 et *P.* 711. La multiplication de *P.* 707 intéresse actuellemnt plus de soixante mille arbres. Le travail de sélection, continué en collection clonale greffée sur deux porte-greffes : *Myrobolan B* et *Mariana* a permis de préciser la valeur culturale de 54 clones et d'établir un essai comparatif comprenant les meilleurs d'entre eux gréffes sur *Mariana*.

Reine-Claude

Les caractéristiques communes à l'ensemble de la population de Prunier « *Reine-Claude* vraie » ont pu être définies. Malgré des caractères communs, la population

est très hétérogène. Une prospection régionale et les premières études expérimentales ont permis d'isoler deux clones différents (*P.* 1116 et 1385) qui font actuellement l'objet d'une multiplication contrôlée.

Cinq vergers d'essais, portant sur 75 clones greffés sur divers porte-greffes, 12 vergers de comportement et 1 verger comparatif ont été établis dans la vallée de la Garonne, dans celle du Rhône et dans la Région parisienne.

Mirabelle

La prospection dans les populations de *Mirabelle de Metz* et *de Nancy* a commencé en 1951. L'étude de la variabilité a montré une grande diversité de types et a confirmé l'existence de deux populations bien distinctes ; les types hybrides à fruits plus gros, constituent un groupe à part.

Après quatre années de prospection, un choix provisoire a été effectué ; il comporte deux souches pour chacune des deux populations. Des vergers rassemblant les souches ont été plantés, en Lorraine et à Bordeaux, et des essais de porte-greffes et d'aptitude à l'enracinement des souches sont en cours.

Abricot rouge du Roussillon

Cette variété, très bien adaptée aux Pyrénées Orientales, fournit plus de la moitié de la production française d'abricots. Bien que de culture commerciale récente (1910) on constate une assez grande variation à l'intérieur de la variété, due surtout à de nombreuses multiplications par semis et à des croisements naturels avec des variétés importées. Trois clones à gros fruits retenus en première sélection sont actuellement multipliés.

Recherche de variétés nouvelles

Chez le Pêcher on s'efforce, d'une part de combler les lacunes existant dans les échelles de maturité, en particulier pour ce qui est des variétés tardives, d'autre part, on recherche des variétés résistantes au gel de la fleur et à certaines maladies (*Exoascus deformans, Fusicoccum amygdali*). La plupart des variétés modernes de pêcher sont intéressantes en ce qui concerne la coloration et la fermeté, mais elles manquent de rusticité.

Chez le Prunier, on sélectionne à partir d'hybrides obtenus avec la *Prune d'ente*, des variétés de séchage de qualité, à gros fruits et décalés quant à leur maturité par rapport aux clônes actuels.

Pour l'Abricotier, les objectifs sont :

tardivité de floraison et résistance de la fleur aux gelées ;

faible sensibilité au *Monilia* et au Chancre bactérien ;

maturation tardive.

Par ailleurs, on cherche à remplacer les variétés *Caninos* et *Rouge du Roussillon* par des types moins sujets au « dépérissement ».

Pour l'Amandier, le but est l'obtention de types à floraison tardive soit par hybridation avec quelques variétés très tardives, soit par croisement en retour avec des hybrides Pêcher × Amandier à amandes douces.

Ces recherches, basées surtout sur l'hybridation, permettent en même temps de préciser le comportement génétique de caractères morphologiques de résistance aux

maladies, au moins chez les espèces diploïdes. Des semis de produits de fécondation libre de nombreuses variétés ont pour but soit de mettre en évidence les caractères végétatifs dominants (cas des variétés auto-incompatibles) soit de déterminer leur degré d'homozygotie chez les variétés autogames.

b) Recherches sur les porte-greffes

Les porte-greffes utilisés actuellement sont souvent mal définis. Ils sont en général issus de semis, l'origine variétale des noyaux étant inconnue.

Chaque espèce de *Prunus* peut être utilisée comme porte-greffe de plusieurs autres espèces, en particulier dans le sous-genre *Prunophora* (Prunier, Pêcher, Abricotier, Amandier).

Cette question des arbres fruitiers à noyau a été particulièrement étudiée à la Station d'Arboriculture fruitière de Pont-de-la-Maye alors qu'elle l'était relativement peu en Europe.

Le but général de la sélection est de mettre à la disposition des arboriculteurs des lots de porte-greffes suffisamment homogènes, vigoureux, adaptés aux divers milieux et aux variétés, de façon à augmenter la longévité et la rentabilité des verger- et à éliminer les mortalités anormales dues à l'humidité du sol, la Chlorose, la mauvaise compatibilité, les viroses.

De façon plus précise, les objectifs principaux sont les suivants :

— production de porte-greffes en lots homogènes ;
— vigueur chez les porte-greffes du Pêcher, du Prunier et de l'Abricotier ;
— résistance à l'asphyxie par submersion, au calcaire, aux maladies ;
— absence de viroses.

Les études ont porté surtout sur les porte-greffes suivants :

— pêchers de semis ;
— pruniers domestiques ;
— abricotiers de semis.



FIG. 18. — *Lots de semis de pêchers 305-1 préparés en serre, l'hiver, pour le programme d'indexage pour les maladies à virus des différentes variétés et porte-greffes sélectionnés. Station d'Arboriculture fruitière de Pont-de-la-Maye, Gironde.*

Photo C. R. A. S. O.

Les méthodes de travail utilisées diffèrent pour chaque variété. Pour chaque espèce, cependant, a été réalisée une étude approfondie de la biologie florale montrant que si, chez *Prunus persica* et *P. armeniaca* l'auto compatibilité florale était la plus fréquente, il n'en était pas de même pour *P. cerasifera* et un grand nombre de types de *P. domestica*.



FIG. 19. — *Technique d'indexage sur pêchers 305-1 en pépinières. Un plant sur deux (les moins développés) a reçu un index (fragment d'écorce) d'un arbre atteint de maladie à virus. Un plant sur deux (les plus développés) correspond à un indexage d'une variété témoin saine. Dans le cas considéré il s'agissait de l'étude sanitaire des variétés en demande d'inscription pour le Catalogue officiel. Station d'Arboriculture fruitière de Pont-de-la-Maye, Gironde.*

Photo C. R. A. S. O.

La recherche systématique de variétés mâle-stériles permet d'envisager plus aisément la production de semences hybrides.

Des études histologiques sur la structure radiculaire ont permis de montrer que les caractères propres du porte-greffe sont tempérés par ceux du greffon, non seulement pour les caractères physiologiques (résistance au calcaire, à l'humidité) mais encore pour certains caractères morphologiques (rapport écorce-section de la racine).

Pêcher de semis

Le Pêcher est une espèce à autofécondation dominante. Au cours de multiples essais, aucune variété incompatible n'a été rencontrée. Ceci explique que le Pêcher-franc soit le porte-greffe le plus couramment utilisé.

La recherche de types naturellement peu hétérozygotes ont permis de retenir trois souches étudiées en vergers d'essais :

— *S* 305 convenant aux variétés à chair blanche ;

— *S* 763 convenant aux variétés à chair jaune ;

— *G2* 278-1 résistant au froid.

Les deux premiers sont actuellement proposés aux utilisateurs. Des travaux de purification de lignées intéressantes, mais peu homogènes, la recherche de nouvelles lignées ainsi que la création d'hybrides industriels F_1 sont en cours.

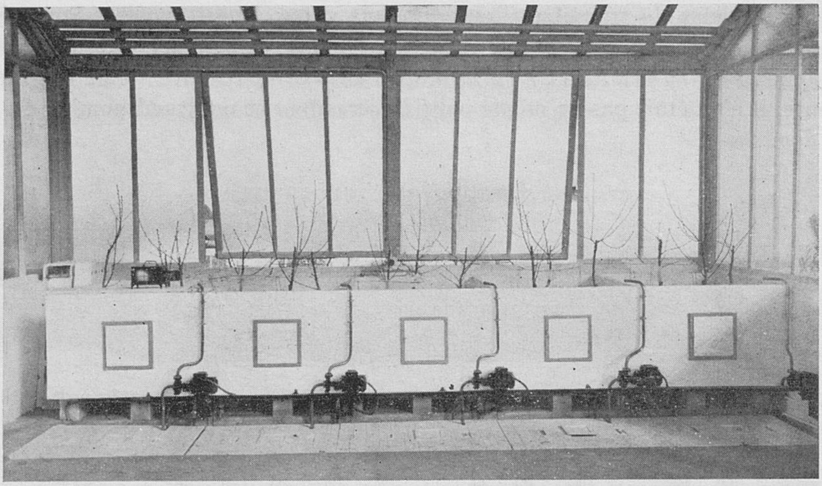


FIG. 20. — *Cases de végétation utilisées pour l'étude du phénomène de chute des bourgeons floraux chez le Pêcher*

— Influence du nombre d'heures de températures basses (en dessous de 7°C) pendant l'hiver (comparaison avec le même lot d'arbres situé à l'extérieur).

— Modification en végétation du rapport C-N (doses différentielles d'azote).

Station d'Arboriculture fruitière de Pont-de la-Maye, Gironde *Photo C. R. A. S. O.*



FIG. 21. — *Méthode d'étude du besoin de froid hivernal chez une variété. Des lots de boutures de feuilles ont subi des durées d'exposition variables au froid. De gauche à droite : témoin, 500 heures de froid, 700, 900 et 1 100 h Station d'Arboriculture fruitière de Pont-de-la-Maye, Gironde.*

Photo C. R. A. S. O.

Hybrides Pêcher-Amandier

Certains arboriculteurs utilisaient des hybrides Pêcher × Amandier pour leur rusticité et leur vigueur. Des études entreprises sur des hybrides naturels et artificiels, montrèrent leur résistance à la Chlorose ou en terrain ayant porté plusieurs cultures successives de pêcher. L'utilisation de semis d'hybrides comme porte-greffes ne pouvant guère être envisagée, la solution consiste à utiliser les sujets intéressants après multiplication végétative.

Deux hybrides : F_1 R_1 et 667 sont actuellement en cours de multiplication par boutures herbacées de tiges ou de feuilles. Ils donnent des arbres vigoureux, leur résistance à la Chlorose est supérieure à celle du franc. Le type F_1 R_1 préfère les milieux continentaux, craint le *Stereum purpureum* et le *Fusicoccum amygdali*. Le type 667 supporte mieux le climat océanique et sa racine résiste mieux à l'asphyxie que celle du franc.

Pruniers à croissance rapide

Ce sont les Pruniers : *Myrobolan* (*P. cerasifera Ehr*), *Mariana* et leurs hybrides avec d'autres espèces de *Prunus*. De nombreux travaux de pollinisation contrôlée ont montré que le *Myrobolan* était auto-incompatible, donc allogame.

Depuis 1944, plus de deux cents mille plants de semis de *Myrobolans* et de *Mariana* ont été observés, ce qui a permis d'évaluer le degré élevé de diversification de l'espèce. Une sélection a été faite en se basant, avant tout, sur la possibilité de multiplication végétative.

Les types de porte-greffes à 24 chromosomes, issus de semis de *Mariana* et, en particulier, le type G_1 P_{8-1}, se sont avérés supérieurs, dans presque tous les cas en ce qui concerne la vigueur, aux autres porte-greffes du type *Myrobolan* à 16 chromosomes. Le type G_1 P_{8-1} se multiplie aisément par boutures hivernales ligneuses. Il peut pratiquement se substituer au *Myrobolan* de semis dans la plupart de ses utilisations. Par ailleurs, l'hybride *Myrobolan* × *Japonais* G_1 31-6 s'est montré tout à fait intéressant comme porte-greffe des pruniers japonais auxquels il confère une grande vigueur et comme porte-greffe du Pêcher en terrains humides et chlorosants.

Pruniers à croissance lente

Certains pruniers appartenant aux espèces *P. domestica* et *P. insititia* sont actuellement utilisés comme porte-greffes soit pour le pêcher (*St-Julien* et *Damas*) soit pour l'Abricotier (*Reine-Claude*), soit pour le Prunier (*Brompton*, *Reine-Claude*, *Quetsche*, *Mirabelle*, etc.).

Saint-Julien : une collection comprenant certains types déjà sélectionnés (East Malling) et les descendants de semis provenant de prospections des régions françaises productrices de noyaux a permis d'étudier la variabilité de la population et de rechercher des types se multipliant par marcotte ou bouture. L'étude du comportement en pépinière des plants ainsi obtenus, en particulier du clone 655-2 conférant au pêcher une vigueur moyenne, est en cours.

Des travaux analogues sont en cours sur *Damas de Toulouse*, franc de *Prune d'Ente* et *Reine-Claude*. On tend cependant à remplacer cette dernière population en raison de son état sanitaire, par des porte-greffes à croissance rapide, du type *Myrobolan*. Le clone *PE* 43 isolé dans un semis de *Prune d'Ente* confère au Pêcher une grande vigueur. *PF* 43 et 655-2 sont préconisés pour les terres humides et chlorosantes.

L'obtention d'hybrides interspécifiques dans lesquels interviennent les espèces du genre *Prunus* a été tentée. Il s'agit en particulier d'hybrides entre pruniers porte-greffes à croissance rapide et le Pêcher ou l'Amandier, utilisables pour la culture du Pêcher en terrains humides ou peu fertiles, et pour celles de l'Abricotier. Les hybrides de ce groupe ont une aptitude au bouturage satisfaisante et semblant convenir à un assez grand nombre de variétés.

Porte-greffes du Cerisier

Des études relativement récentes ont permis d'observer des semis de *P. Mahaleb* de diverses provenances et de voir leur comportement avec une variété : *Bigarreau Burla* et un intermédiaire, utilisés comme testeurs.

Des observations concernant la biologie florale de *P. Mahaleb* et son aptitude à la multiplication végétative par bouture de feuille se poursuivent.

Des travaux parallèles sont conduits sur *Merisier* et cerises acides.

c) Recherches concernant la biologie des arbres fruitiers

Elles portent notamment sur la biologie florale des diverses espèces, les modalités de la fécondation et la possibilité de croisements interspécifiques, la germination des amandes en milieu contrôlé, l'action des substances de croissance.



FIG. 22. — *Arbre de gauche infecté par la maladie de la fente de l'écorce. Arbre de droite sain (même clone variétal, même clone porte-greffe). Photographie prise dans la collection d'étude des différents clones de* Prune d'Ente *au Domaine expérimental de Bourran, Lot-et-Garonne.*

Photo C. R. A. S. O.

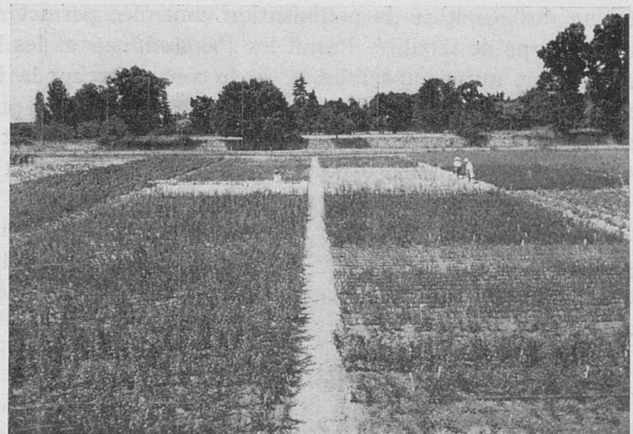


FIG. 23. — *Pépinières d'essai de multiplication de porte-greffes par bouture à la Station d'Arboriculture fruitière de Pont-de-la-Maye, Gironde*

Photo C. R. A. S. O.

Étude sur le pollen et la fécondation

La plantation fruitière commerciale, comprenant des parcelles d'une seule variété, pose des problèmes biologiques particuliers concernant les facteurs de la mise à fruit. Leur étude conduit à des travaux sur le pollen et la fécondation.

Le pollen de quatre-vingts variétés de *Prunus* a été étudié pour la normalité des grains, leur valeur fécondante, l'action de certains oligoéléments sur cette valeur, la longueur des tubes polliniques.

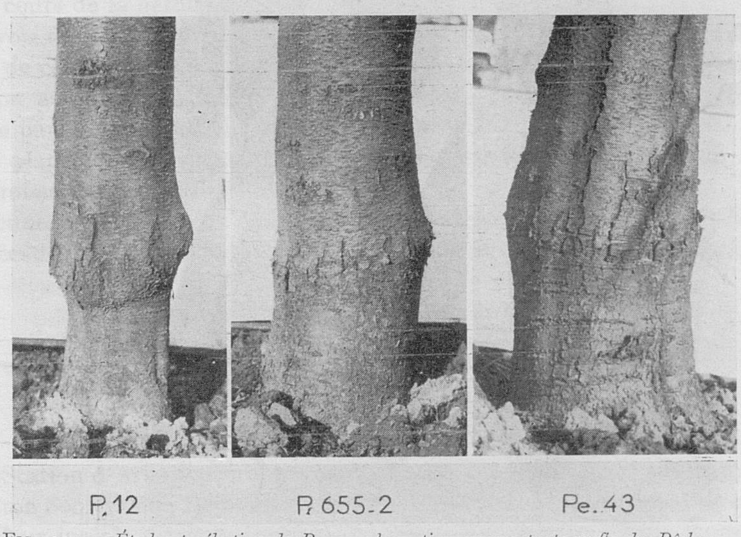


FIG. 24. — *Étude et sélection de Prunus domestica comme porte-greffe du Pêcher*
Vues de points de greffe obtenus avec différents porte-greffes en cours de sélection, photographiés à la même échelle dans un verger expérimental de l'île d'Arsins.
A gauche, P. 12, *Damas de Toulouse,* porte greffe généralement utilisé, conférant au Pêcher une vigueur jugée insuffisante.
Au centre, *P.* 655-2, une sélection de *Saint-Julien* se multipliant assez facilement par boutures et conférant une vigueur moyenne.
A droite, *P.* 43, une sélection obtenue dans un semis de Prune d'Ente conférant une grande vigueur.
Station d'Arboriculture fruitière de Pont-de-La-Maye, Gironde

L'interprétation des résultats de pollinisation contrôlée permet de classer les variétés suivant leur type de fertilité. Parmi les *Prunes d'ente* et les Mirabelles, la plupart des souches sont autocompatibles, c'est le contraire chez la Reine-Claude. Seules certaines fausses Reine-Claude sont autofertiles. Parmi les populations de *Perdrigon* et de *Monsieur* de nombreuses souches auto-incompatibles ont été trouvées.

Chez le Pêcher toutes les variétés étudiées, sauf *J. H. Hâle* (pollen stérile), *June Elbera*, *Japan Golden* et *Chinese Cling* sont autofertiles.

L'étude des autres espèces n'est pas achevée. Chez l'Abricotier les variétés examinées jusqu'à présent sont autofertiles. Chez le Cerisier les variétés de *Prunus avium* sont auto-incompatibles et se classent en groupes d'interincompatibilité, celles appartenant à l'espèce *Prunus carasus* sont autocompatibles.

Croisements interspécifiques

L'obtention des hybrides interspécifiques a un double intérêt :

— connaître les relations génomiques et chromosomiques ;

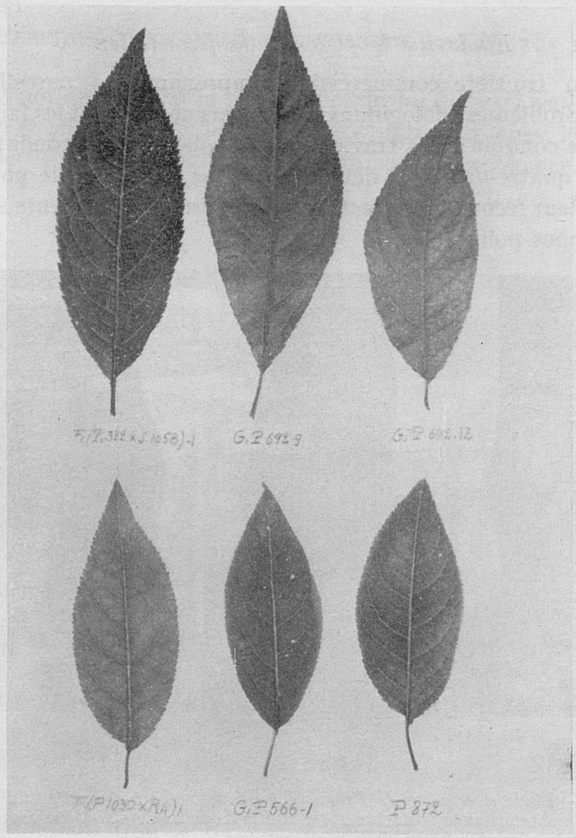


FIG. 25. — *Recherche sur les hybrides interspécifiques du genre* Prunus *et étude des possibilités de résoudre grâce à eux certains problèmes de porte-greffes*
Les types du haut correspondent à 3 hybrides *P. cerasifera* × *P. persica* obtenus à la Station.
Ceux du bas sont des hybrides *P. cerasifera* × *P. amygdalus*.
Station d'Arboriculture fruitière de Pont-de-la-Maye, Gironde
Photo C. R. A. S. O.

— rechercher des individus hybrides pouvant être utilisés comme variétés fruitière ou comme porte-greffes.

Un très grand nombre de croisement sont été effectués avec succès et les plantes obtenues étudiées avec soin. Ces travaux sont en cours.

Étude sur la germination des amandes et les substances de croissance

La connaissance des conditions de germination des amandes est fondamentale pour obtenir des plantes viables et normales. La mise au point d'une technique de laboratoire est utile, en particulier pour les cultures d'embryons, surtout lorsqu'ils proviennent de croisements interspécifiques de variétés précoces.

Les techniques mises au point ont permis de montrer le rôle des téguments de l'amande, de déterminer l'époque à laquelle l'amande est apte à germer, d'étudier l'action du froid et de la lumière sur le rythme de croissance et les caractéristiques morphologiques des jeunes plants. Ce dernier point a conduit à des recherches, entreprises depuis 1953 sur l'évolution des substances de croissance naturelles dans les amandes, principalement pendant la stratification et la germination et ses liaisons avec le phénomène de dormance de l'embryon.

Les travaux ont montré que les amandes d'abricotier, au repos, conservées à sec à température ordinaire, contiennent une substance acide, fortement inhibitrice de R_F 0, 65 ; elles ne renferment pas de substance excitatrice.

Pendant la stratification, cette substance inhibitrice disparaît peu à peu, alors qu'apparaît un excitateur de R_F 0, 75. Il est probablement accompagné d'une substance faiblement excitatrice acide de R_F 0,85.

Au cours de la germination artificielle d'amandes non exposées au froid, donc à embryon dormant, on constate la présence d'un inhibiteur acide différent, par son R_F, de celui qui a été mis en évidence précédemment et d'une substance excitatrice, non acide, de R_F 0, 75. La formation ou l'activité, de cette substance, est favorisée par la lumière d'une manière très nette.

Les plantules elles-mêmes, ne contiennent pas de substance ayant une action sur la croissance des coléoptiles d'avoine.

Aucune des substances mises ainsi en évidence n'a pu être identifiée avec les substances de croissance classiques : acide indol-acétique, indo-propionique, indo-acétonitrile.

2° Arbres fruitiers à pépins

1. Poirier

La Station d'Arboriculture fruitière d'Angers a entrepris depuis 1949 une étude sur environ 800 variétés de poiriers d'origines diverses. Un classement de ces variétés d'après leur intérêt direct en culture, ou comme géniteurs, est en cours.

La recherche de variétés nouvelles, par hybridation, est entreprise depuis quelques années avec les objectifs suivants :

— recherche de variétés précoces pouvant remplacer *Beurré Giffard, Docteur Jules Guyot, Précoce de Trévoux* dont les défauts sont nombreux (blettissement, qualité moyenne) ;

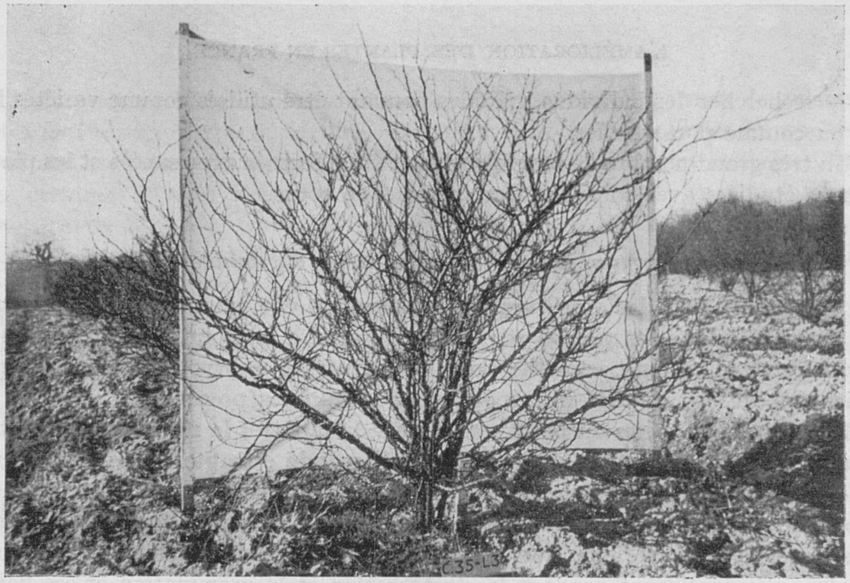




FIG. 26. — *Port du Cognassier*
En haut : Cognassier d'Angers.
En bas : Cognassier de Provence.
Station d'Arboriculture fruitière d'Angers, Maine-et-Loire

Photo C. N. R. A.

— recherche de variétés tardives, aucune variété d'hiver ne donnant satisfaction en dehors de *Passe Crassane*.

Les recherches sur le porte-greffe du Poirier font appel au Cognassier et à diverses espèces de *Pyrus*.

Les objectifs de sélection sont :

— la vigueur de l'arbre ;

— l'adaptation à divers types de sols (argileux, calcaires, alcalins) ;

— l'affinité et le comportement à l'égard des variétés ;

— la résistance à la chlorose ;

— la qualité des fruits.

Une importante collection de cognassiers du commerce a été réunie à Angers. Depuis 1949 sont venus s'y ajouter près de 300 clones provenant de prospections dans la nature faites au sud des Alpes et du Massif central et des types envoyés de l'étranger. L'étude de tout ce matériel permit de mettre en évidence une dizaine de groupes différents. Elle a montré que le *Cognassier de Provence* formait une population très vaste. Ces groupes sont étudiés pour leur caractères botaniques, leur affinité avec une série de variétés importante, leur faculté de multiplication végétative, leur résistance à la Chlorose calcaire. Tout ce travail se fait sous une surveillance constante de l'état sanitaire.

Les recherches sur semis de *Pyrus* sont beaucoup moins avancées et ne permettent pas encore de conclusions, même provisoires.

2. Pommier

Les travaux sur le Pommier n'ont malheureusement pas encore pris l'ampleur de ceux conduits sur les arbres fruitiers à noyau. Cela tient en premier lieu à l'absence jusqu'à une date récente (1958) d'une station spécialisée.

Quelques études sur diverses variétés d'intérêt local ont été faites à Clermont-Ferrand et Bordeaux. Une sélection clonale de variétés-population françaises : *Reinette du Mans, Chailleux, Clochard, Reine des Reinettes, Reinette du Canada* et étrangères : *Golden Delicious, Red Delicious, Stayman Winesap* a été entreprise.

A la Station centrale de Versailles, un goupe de travail a été chargé de l'étude du Pommier à cidre.

Une prospection de plusieurs années dans les principales régions productrices a permis de repérer des arbres-étalons, d'étudier leurs caractères morphologiques sur place, pour la forme générale, les caractères physiologiques, au laboratoire, pour ce qui est des rameaux, des fleurs et des fruits.

Après l'examen d'environ cinq cents variétés de pommiers à cidre, anciennes ou nouvelles, il a été possible de définir les caractères descriptifs les plus intéressants, en s'attachant à délimiter, pour chaque caractère, l'intensité maximum et minimum qu'il peut présenter. Ceci a été possible grâce à l'étendue de la zone prospectée, permettant d'observer une même variétés dans des situations très diverses, pendant plusieurs années.

Une monographie des principales variétés de pommiers à cidre est en cours de publication. Elle sera étendue sous peu aux variétés productrices de jus de pomme.

En même temps que ce travail, des recherches sur l'écologie des arbres fruitiers

ont été faites à Versailles. Des stades repères permettant d'apprécier et de définir l'état de la population des bourgeons à fleur que porte un arbre, à un moment quelconque de leur évolution, entre l'état de repos et l'état de petit fruit, ont été définis. Cette méthode de notation est maintenant utilisée, en France et à l'étranger, dans de nombreux travaux pour lesquels le stade de floraison a une importance.

3° Châtaignier et Noyer

1. Chataignier

Le Châtaignier indigène est attaqué par deux maladies risquant de provoquer, dans un délai relativement court, sa disparition totale, si des mesures de lutte appropriées n'avaient pas été prises rapidement. L'une est la maladie de l'Encre, due à l'action des *Phytophora* : *P. cambivora* (Pet.) Buism. et *P. cinnamomi* Rands, champignon parasite des racines l'autre le « Chancre de l'écorce » dû à l'action d'*Endothia parasitica* (Murr) P. J. et H. W. Anderson, champignon parasite du système aérien de l'arbre.

Recherches concernant la résistance à l'Encre

Dans le but de lutter contre la maladie de l'Encre, on tenta durant les cinquante dernières années, de reconstituer les châtaigneraies à l'aide de plants exotiques, japonais ou chinois, résistants à la maladie. Cette tentative échoua par suite de la mauvaise adaptation aux conditions écologiques françaises, de ces plants (sensibilité à la sécheresse, au froid, aux gelées tardives de printemps) et de leur faible vigueur.

Les travaux et études entrepris depuis 1948 par la Station d'Amélioration du Châtaignier de Malemort-sur-Corrèze ont eu pour but de rechercher les types de châtaigniers résistants à ces maladies, types adaptés écologiquement aux régions de culture, et de les multiplier. Il a été nécessaire, pour cela, de préciser certains aspects de la biologie du châtaignier ainsi que de celle des maladies qui l'attaquent.

On a montré, entre autres :

— la nécessité d'une pollinisation croisée en raison d'une très forte auto-incompatibilité. Cependant les descendants de certains croisements : *C. crenata* × *C. sativa* (*P* 14, *M* 49) sont relativement autoféconds. L'intercompabilitité est variable, certains types (*P* 14) présentant une très bonne compabilitité générale.

— l'existence de cas de stérilité mâle (absence d'étamines ou pollen anormal) ou de stérilité femelle.,

— l'intérêt de la mise à fleur rapide des types obtenus par croisement, permettant ainsi des croisements de retour dans des délais relativement courts. Par culture en pot et étranglement au collet, on peut obtenir 75 p. 100 de sujets ayant des fleurs mâles au cours de la 4e année contre 10 à 15 ans dans les conditions naturelles.

— la possibilité d'utiliser certains caractères distinctifs des différentes espèces de châtaigniers cultivés en France, notamment les *C. crenata* (châtaignier du Japon), *C. mollissima* (châtaignier de Chine) et *C. sativa* (châtaignier indigène) pour la détermination des types d'origine, des hybrides interspécifiques et l'étude de la transmission des caractères.

— de plus, il a été possible de déterminer la période de réceptivité des stigmates et celle, optima, de fécondation des fleurs femelles.

— Le mode de propagation de la maladie de l'Encre, qui se fait par contact et par les radicelles d'arbre malade à arbre sain, pour gagner successivemen des racines de plus en plus grosses et finalement le collet a permis la mise au point d'une technique d'infection artificielle. La maladie attaque aussi bien les arbres jeunes que les arbres âgés, situés en terrains pauvres ou riches. En cas de dépérissement constaté, les racines sont toujours atteintes et dans 75 p. 100 des cas l'isolement du *Phytophtora* est possible.

Pratiqeument, on peut obtenir de 75 à 80 p. 100 de plants non infectés dans des descendances de *C. crenata* et *C. mollissima* en fécondation libre, 50 à 65 p. 100 dans celles d'hybrides *C. crenata* × *C. sativa* et, généralement, moins de 5 p. 100 dans celles de *C. sativa*.

Utilisées avec les descendances de fécondation contrôlée, certaines combinaisons de géniteurs donnent plus de 80 p. 100 de plants non infectés. Ces combinaisons servent de base à la constitution de châtaigneraies « à graines » productrices de semence de plants résistants ; tels sont les types *M*. 15 et *M*. 82 (*C. crenata* × *C. sativa* mâle et femelle fertile), et *A*, *B*, *C* (*C. sativa*, mâle stérile). Trois de ces châtaigneraies sont en constitution : à Milly dans le Maine et Loire, à l'École des Eaux et Forêts des Barres dans le Loiret et à Brive, en Corrèze.

Enfin de nombreux types repérés au cours des prospections effectuées dans les anciennes plantations d'arbres exotiques ou issues d'exotiques ainsi que dans les zones décimées par la maladie de l'Encre, ont été retenus pour leur résistance, decelée par contamination artificielle. Neuf d'entre eux, présentant en outre des qualités de débourrement tardif, de bon développement, de résistance au froid, d'aptitude au greffage et à l'enracinement, sont maintenant multipliés végétativement.

Recherches concernant le Chancre de l'écorce

La maladie du Chancre de l'écorce n'a été identifiée en France que vers la fin de 1956. Dès avant, redoutant son introduction par l'Italie ou l'Espagne, tout le matériel résistant à l'Encre avait été soumis à une contamination artificielle de cette maladie effectuée en serre. Aucun type ne peut être considéré comme immune ; les types les plus résistants sont en général des *C. mollissima*, viennent ensuite les *C. crenata* ; les *C. sativa* sont très sensibles, moins cependant que les *C. dentata* (châtaignier indigène américain). Plus de 300 types présentant une résistance au développement du champignon parasite ont été retenus et sont à l'étude.

Actuellement, l'existence de larges zones fortement contaminées en Ardèche permet de procéder aux contaminations en pépinière dans des conditions naturelles de culture. Les types précédemment sélectionnés y sont soumis à une nouvelle contamination pour contrôle de leur comportement. La Station dispose de 3 pépinières destinées à cet usage.

Cette méthode de contamination ne révèle qu'une faible proportion de plants résistants lorsqu'on l'applique à des descendances de fécondation libre : moins de 10 p. 100. On ne peut donc l'utiliser pour la production commerciale de plants mais seulement pour la détection de types résistants à multiplier ultérieurement par voie végétative. Les descendances de fécondation croisée, notamment celles dans lesquelles

entrent *M.* 75 (*C. mollissima*) et *M.* 8 (*C. crenata* × *C. sativa*) sont plus intéressantes : 20 à 25 p. 100 de plants résistants. Cette proportion pourra être augmentée par croisement de retour avec des parents résistants.

Les attaques d'*Endothia parasitica*, spécifique de l'appareil aérien du châtaignier, posent le problème des variétés fruitières de qualité. Environ 220 d'entre elles ont été greffées en 1960 en zone contaminée et seront éprouvées dans l'espoir d'en détecter quelques-unes ayant au moins une résistance pratique.

En attendant que cette discrimination soit faite, il est nécessaire d'assurer le maintien en production des châtaigniers établis, en marrons de qualité. Les essais faits en Ardèche montrent que ceci est possible, même avec des variétés sensibles, en curetant les chancres provoqués par l'*Endothia* et en traitant les plaies ainsi faites par des peintures anticryptogamiques. Les plaies se cicatrisent parfaitement et on observe très peu de nouvelles contaminations puisque les foyers de dispersion de la maladies sont supprimés ou très réduits en nombre. Pour faciliter ces traitements il est recommandé d'abandonner la forme de culture traditionnelle de la châtaigneraie de futaie et de la remplacer par des formes basses ou moyennes. A cet effet des châtaigneraies expérimentales ont été installées dans le Gard et en Ardèche.

La fécondation croisée, étant de règle chez le châtaignier, la production de plants absolument identiques à un type initial donné ne peut être assurée que par voie végétative. Ceci est possible pour le Châtaignier grâce au marcottage en cépée de rejets de l'année, étranglés à la base et butés dans un milieu acide et frais. L'enracinement a lieu entre juin et novembre. L'aptitude à l'enracinement est généralement faible ou nulle chez les *C. mollissima*, moyenne à faible chez les *C. crenata*, forte à moyenne chez les *C. sativa* et les hybrides *C. crenata* × *C. sativa*. Ainsi, parmi ces derniers, *M.* 15 donne en moyenne 75 rejets racinés sur 100 étranglés, *AW*-74 et *AW*-107, 80 à 90 p. 100.

Le bouturage n'est, à l'heure actuelle, pas utilisable pratiquement. Des essais en cours laissent espérer cependant qu'il pourra l'être sous peu.

Après douze années de travaux et d'études, on peut estimer que le problème de la lutte génétique contre la maladie de l'Encre est pratiquement résolu. Celui posé par l'*Endothia* ne l'est qu'en partie. Il existe actuellement 9 clones résistants à l'Encre et de comportement très bon ou bon à l'*Endothia* : *M.* 15, *M.* 82, *AW*-74, *AW*-107, *M.* 1, *P.* 14 (*C. crenata* × *C. sativa*) et *A*, *B*, *C* (*C. sativa*). Trois parmi eux les *M.* 15, *AW*-74, et *AW*-107 sont multipliés végétativement de façon intensive en raison de leur grande aptitude à l'enracinement. En 1959, près de 20 000 plants racinés obtenus par marcottage en cépée ont été récoltés ; en 1960, cette production a doublé. Ces plants peuvent servir de porte-greffes de variétés fruitières ; cependant l'obtention de producteurs directs résistants à la fois à la maladie de l'Encre et au Chancre de l'écorce, n'est pas à exclure.

2. Noyer

Des travaux de recherche sur le dépérissement du Noyer causé par *Phytophthora cambovira* et *P. cinnamomi* ont été entrepris à la Station de Malemort-sur-Corrèze à partir de 1958.

Une technique d'inoculation artificielle a été mise au point pour le Noyer comme pour le Châtaignier. En même temps, une prospection a été faite en Dauphiné et en

Périgord. Elle concernait les francs de pied de *Juglans regia* et aussi diverses espèces de *Juglans* introduits entre 1920 et 1930 : *J. nigra, J. Hindsii, J. Sieboldiane* et *J. Californica*. Annuellement plusieurs centaines de kilogrammes de noix sont semées et les plants qui en sont issus, soumis à l'infection artificielle.

L'étude du Noyer s'élargit peu à peu. Elle porte maintenant sur les diverses variétés cultivées, leurs aptitudes écologiques, en particulier leur résistance au froid et leur aptitude à débourrer tard.

Houblon

Les travaux sur le Houblon, poursuivis à la Station de Dijon, portent principalement sur les facteurs conditionnant la valeur technologique liée à l'abondance et à la constitution chimique de la lupuline et à l'arome. Parmi ces facteurs la variété et les conditions de la maturation sont les plus importants. En dehors de la valeur technologique, les principales caractéristiques variétales étudiées sont l'aptitude culturale, la résistance aux maladies et aux prédateurs.

Une description des principales variétés cultivées a pu être faite et des indications données sur l'intérêt de leur culture dans les régions françaises productrices.

Des semis réalisés à partir de 1953 donnent lieu à une sélection pour la qualité et la résistance aux maladies, au Mildiou notamment.

Vigne

Les recherches sur la Vigne entreprises depuis 1946 tombent dans une période d'augmentation des rendements et de baisse de la qualité de certains vins. Sans analyser ici les causes de ce phénomène, il suffit de retenir que la régression des cultures dans le vignoble méditerranéen, consécutive à la dernière guerre, a été compensée par de nouvelles plantations, en même temps qu'augmentaient les surfaces en vigne des régions de polyculture. Ces plantations, faites de façon assez anarchique, souvent à l'aide de cépages à grand rendement ou d'hybrides producteurs, ainsi que l'extension des vignes en plaine au détriment des coteaux, ont conduit à une régression remarquable de la qualité qui n'était, en aucune façon, accompagnée d'une baisse du prix du vin.

Pour ce qui est du raisin de table, la nécessité de fournir des produits plaisant au goût de la clientèle, surtout étrangère, fut longtemps négligée. La gamme de variétés dont disposent actuellement les producteurs est peu étendue et n'assure d'approvisionnement que pour une période relativement courte.

Les études ampélographiques, qui avaient débuté bien avant la guerre, furent donc poussées dans le but de mieux connaître les bons cépages et d'obtenir une idée plus exacte de l'encépagement des vignobles qui, fait à souligner, était très mal connu, malgré l'ancienneté des travaux de recherche en viticulture.

Vers la même époque, une maladie particulièrement redoutable prenait de l'extension : la *Dégénérescence infectieuse* qui ne peut être combattue que par une sélection

sanitaire sévère. La réglementation instituant un contrôle des plantations et des vignes mères a eu pour effet indirect une meilleure connaissance du vignoble et la constatation de la variabilité souvent importante de certains clones. Ceci conduisit à entreprendre une sélection clonale ayant pour objectifs de mettre des plants sains à la disposition des viticulteurs, et de sélectionner les meilleurs clones dans un cépage déterminé. Enfin, le désir d'obtenir une amélioration plus décisive que celle qu'il est possible d'attendre d'une sélection clonale a conduit à des recherches basées sur la sélection après hybridation ou après obtention de mutations induites.

En même temps, une meilleure connaissance de la biologie des cépages et des variétés de vigne a fait penser que les techniques de culture et, en particulier, la taille et la conduite des souches pouvaient être modifiées avec profit dans certains cas.

a) Ampélographie

Ces études ont été conduites surtout à Montpellier, au domaine de Vassal où, sur 22 hectares, sont rassemblés un millier de clones de porte-greffes, autant de clones d'hybrides producteurs et plus de quatre mille clones de *Vitis Vinifera*. L'identification de tout ce matériel est loin d'être achevée. Cependant elle a permis jusqu'à présent d'établir 2 800 fiches descriptives complètes, 4 000 fiches partielles, 2 300 photographies de grappes, 2 700 de baies, plus de 3 000 de fleurs. Un herbier a d'autre part été commencé. Un fichier de cartes perforées, comprenant actuellement plus de quatre mille fiches, permettra des identifications ou une étude plus rapide des synonymes.

Cette documentation, qui se développe sans cesse, est vraisemblablement sans équivalent dans le monde. Elle est vulgarisée par la publication de fiches descriptives illustrées, dans le registre ampélographique international, instauré par l'Office international du Vin.

Un travail analogue a été fait à la station de Viticulture de Colmar sur les cépages alsaciens et surtout à la Station de Recherches viticoles de Pont-de-la-Maye (Gironde). L'étude du vignoble du Bassin aquitain a révélé l'existence d'un grand nombre de formes totalement inconnues ou mal définies dont certaines présentent de l'intérêt.

b) Sélection clonale

L'étude « in situ » permet de reconnaître et de localiser l'existence de types bien définis à l'intérieur des cépages. Ceci conduit naturellement à rechercher le meilleur d'entre eux et à le propager. Cette sélection, d'apparence simple, est compliquée par l'existence de la *Dégénérescence infectieuse* et par la difficulté de comparer des souches qui ne se trouvent pas dans les mêmes conditions de milieu. Il est donc nécessaire, après élimination au champ des types certainement sans intérêt, de constituer des collections clonales, puis, après leur étude, de mettre les clones apparemment les meilleurs, en essais comparatifs. Ce travail, très long et encombrant, par suite du du grand nombre de clones à étudier, semble cependant la voie la plus sûre pour améliorer les cépages actuellement cultivés. Il est conduit sur les cépages les plus importants du vignoble alsacien et du vignoble du Sud-Ouest. La station de Colmar a notamment réussi à isoler des clones de *Gewurztraminer*, de *Riesling*, de *Pinot gris* et *noir*, de *Sylvaner* présentant, avec des caractéristiques qualitatives analogues, des rendements très supérieurs à ceux des cépages-populations actuellement cultivés.



FIG. 27. — *Production comparative du Gewurztraminer cl. 457, (photo du haut) et du Gewurztraminer population (photo du bas). Station de Recherches viticoles de Colmar, Haut-Rhin*

Photo C. R. A. A.

c) Sélection par hybridation

La sélection clonale, malgré son efficacité, n'a qu'une portée parfois limitée parce que les variations à l'intérieur du cépage sont trop peu importantes ou n'intéressent pas certains caractères recherchés. Ceux-ci peuvent être : un rythme de végétation déterminé, le rendement et la qualité ; l'un des plus importants est la résistance aux maladies. Des travaux sur le Mildiou et l'Oïdium ont été conduits à Montpellier depuis plusieurs années.

Mildiou

Ils ont eu tout d'abord pour objet une recherche précise sur les causes de la résistance à *Plasmopara viticola*. Celle-ci peut être due soit à une nécrose du mycélium issu de la zoospore, chez les Vitacées phylogénétiquement éloignées du genre *Vitis*, soit à un arrêt ou un ralentissement de sa croissance. C'est cette dernière cause de résistance qui est utilisée dans les travaux de sélection.

On a pu étudier le mode de transmission de cette résistance qui est polygénique. Le nombre de gènes du système paraît réduit.

Partant de ces bases, la sélection s'effectue à partir de croisements entre *Vinifera*, ou entre *Vinifera* et espèces ou hybrides résistants, en particulier *V. riparia* et 23-18 *Seyve-Villard*. La résistance obtenue en F_1 dépend étroitement de la variété de *V. vinifera* entrant dans le croisement.

Quelques cas de moindre sensibilité ont été détectés chez des plantes issues d'autofécondation de *V. vinifera*. Leurs faibles fréquences ont conduit à la mise en route d'un programme de sélection à partir de mutations induites.

Oïdium

Des recherches analogues à celles conduites sur le Mildiou ont permis de montrer que la résistance à *Uncinula necator* pouvait être attribuée soit à un système d'hypersensibilité, soit à une résistance conditionnée par la constitution biochimique de l'hôte. La transmission héréditaire de cette résistance est, comme chez le Mildiou, sous la dépendance d'un système polygénique, différent d'ailleurs de celui qui commande la résistance à cette dernière maladie.

A côté de ces travaux, les Stations de Recherches viticoles réalisent de nombreux croisements entre variétés de *V. vinifera* dans le but d'améliorer les variétés de raisins de cuve ou de table, soit pour le rendement, soit pour la précocité ou la qualité. Actuellement la Station de Montpellier possède au domaine de Vassal de nombreux clones issus de ce type de sélection.

d) Recherches sur la physiologie de la croissance et du développement

L'évolution des bourgeons revêt une importance particulière chez la Vigne puisqu'ils n'assurent pas seulement la croissance annuelle, mais également la production fruitière. L'étude de cette question a été entreprise à Colmar en la considérant à la fois sous l'angle physiologique, génétique (analyse de la fluctuation du matériel végétal existant et hérédité des caractères étudiés) et cultural (répercussion sur la taille, le mode de conduite et l'encépagement).

L'évolution des ébauches florales des bourgeons latents primaires de la Vigne a pu être suivie et le rôle des facteurs influant sur la fertilité des bourgeons (variété, porte-greffe, vigueur des plantes mères, chaleur et humidité) a pu être précisé. La fertilité des bourgeons secondaires, ainsi que celle des yeux de la coursonne et du vieux bois est, en général, négligeable chez les *Vinifera*, plus conséquente chez les hybrides producteurs. Celle des bourgeons latents des gourmands est, dans tous les cas, comparable à celle des bourgeons de sarments normaux.

L'étude du développement végétatif des bourgeons a mis en évidence le rôle :

— des bourgeons terminaux, inhibant le développement des prompts bourgeons ;

— des deux catégories de bourgeons précédents, inhibant le développement des bourgeons latents des rameaux herbacés.

Cette inhibition, qui peut être contrecarrée par la vigueur, est levée par l'entrée en dormance des bourgeons et disparaît au printemps, époque où elle est remplacée par un mécanisme d'inhibition par détournement trophique, réglé par la vigueur. La sortie de dormance est conditionnée à la fois par les froids de l'hiver et les facteurs génétiques des espèces et variétés.

Le mode de ramification et les facteurs influant sur lui a également été étudié.

e) Ampélotechnie

Vers la fin du siècle dernier, d'importantes modifications sont venues bouleverser une viticulture dont les techniques, pour empiriques qu'elles aient été, paraissaient ne plus devoir changer. Ces méthodes traditionnelles, appliquées à un vignoble profondément modifié, se sont amalgamées avec de nouvelles techniques culturales. Aucune des solutions adoptées, tant pour la taille que pour le mode de conduite, le travail du sol, la fumure, la disposition des plantations, le choix du porte-greffe, ne repose sur une base expérimentale.

Malgré les difficultés évidentes d'un travail de révision et d'amélioration de ces techniques, qui suppose des méthodes d'étude bien définies, un personnel entraîné à ces travaux, des vignobles expérimentaux nombreux et bien situés, toutes conditions qui, actuellement, ne sont pas réalisées, un premier pas est fait depuis quelques années. Des essais de mise au point de méthodes expérimentales sont poursuivis dans quelques champs d'expérience et permettent d'étudier la fumure et le mode de taille. Sur ce dernier point, quelques résultats positifs ont été enregistrés. Malgré cet effort, il est certain que l'équipement des Stations de Recherches viticoles est trop inégal par rapport à l'importance du problème posé pour que l'activité de ce secteur de travail puisse être considérée comme satisfaisante.

Plantes horticoles et ornementales

Malgré l'énorme importance de la production légumière en France, il n'existait pas, avant 1956, au sein de l'Institut national de la Recherche agronomique, de secteur spécialisé dans l'amélioration des plantes horticoles ou maraîchères. Un travail important avait été entrepris depuis la guerre, en liaison avec les professionnels, pour le compte du Comité technique permanent de la Sélection. La Station centrale avait

joué pour cela un rôle de coordination, mais le travail effectif avait été fourni par des experts appartenant aux établissements privés de sélection. Seules avaient été étudiées à Versailles les variétés de pois potagers. Ce travail a donné lieu à la publication, en 1956, d'une monographie sur les variétés de cette espèce cultivées en France.

1. Recherches sur les Iris

En ce qui concerne les plantes ornementales, des recherches très intéressantes ont été conduites par Simonet sur les espèces et les hybrides d'Iris. Poursuivies tantôt aux Établissements Vilmorin-Andrieux, tantôt au Centre national de la Recherche scientifique, tantôt à la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles, elles peuvent se résumer ainsi.

a) *Cytotaxonomie*

Après avoir découvert chez l'Iris l'une des plus importantes variations chromosomiques connues, caractérisée par une série aneuploïde de 23 nombres différents $n = 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 36, 41\text{-}42, 43\text{-}44,$

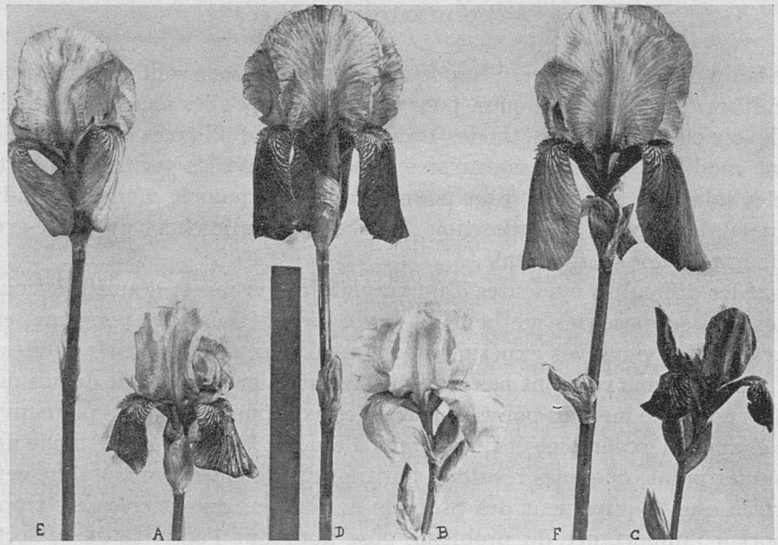


Fig. 28. — *Gigantisme et Polyploïdie chez les Iris des Jardins (I. germanica* Hort.)
Formes diploïdes : A. (*Bellatrix*), B. (*pallida*), C. (*variegata*), $2n = 24$.
Forme tétraploïde : D. (*Aestaïr*), $2n = 48$.
Forme triploïde : E. (*Isoline*), $2n = 36$.
Forme pentaploïde : F. (*Magnifica*), $2n = 60$.

d'après Simonet.

et 54-56, il a montré que l'aneuploïdie pouvait être remplacée par la polyploïdie dans les sections *Regelia* ($n = 11$ et 22) et *Pogoniris* ($n = 8, 12, 16, 20$ et 24) alors qu'un seul nombre définit par exemple les *Oncocyclus* ($n = 10$), section pourtant riche d'une vingtaine d'espèces.

b) *Origine de « l'Iris des jardins » (I. germanica Hort.)*

Au début de ses recherches (1928) il avait été frappé par la grande variabilité des formes cultivées quant à la taille des fleurs. L'étude cytologique a montré dans ce groupe un exemple typique de polyploïdie ($2n = 24, 36, 48$ et 60) auquel est lié directement un gigantisme floral marqué, dû à une hypertrophie cellulaire, elle-même conditionnée par un volume nucléaire accru par le nombre chromosomique.

Le croisement de variétés diploïdes ($2n = 24$), à petites fleurs vivement coloriées des teintes les plus diverses, avec des espèces tetraploïdes à grandes fleurs bleu violacé ($2n = 48$) n'a pas donné que des triploïdes ($2n = 36$) plus ou moins stériles, mais aussi quelques rares tétraploïdes fertiles issus de la combinaison de gamètes non réduits de l'espèce diploïde ($2n = 24$) et de gamètes normaux fournis par le parent tétraploïde ($2n = 24 + n = 24 : 2n = 48$). Un tel mécanisme a permis l'introduction de gènes diploïdes chez des tétraploïdes entraînant notamment une extrême diversité de la coloration florale.

c) *Cytologie des phénomènes méïotiques chez les hybrides*

L'hybridation est très bien représentée chez les Iris, et les travaux ont été fructueux dans la création de nombreux hybrides interspécifiques d'où la découverte de plusieurs types de comportement dans la réduction chromatique, allant de l'asyndèse totale à l'autosyndèse totale.

d) *Amphidiploïdie*

Dans la série aneuploïde des Iris, SIMONET a noté la présence d'espèces autotétraploïdes. Leur existence dans les sections où l'hybridation est possible a permis la création de 14 amphidiploïdes, tous caractérisés à la méiose par un comportement tout à fait normal, autosyndétique.

Bien que réalisée entre espèces à nombres chromosomiques différents, ces hybrides forment, grâce à l'autosyndèse, des cellules sexuelles normales et fonctionnelles.

Intermédiaires des points de vue morphologique et physiologique entre des espèces parentes très distinctes (de sections différentes), ces amphidiploïdes, stables et fertiles (fertilité parfois supérieure à celle notée chez les parents) peuvent être considérés comme de véritables espèces nouvelles à patrimoine héréditaire inédit. A ce titre et par un choix judicieux des géniteurs, leur obtention intéresse directement l'amélioration des plantes.

2. PLANTES MARAICHÈRES

En 1956, a été créée une Station d'Amélioration des Plantes maraîchères à Montfavet près d'Avignon. En même temps, commençait à fonctionner un Laboratoire des Plantes maraîchères à Versailles, chargé, en liaison avec la station de Montfavet, des études concernant les centres de production maraîchère de la zone nord de la France.

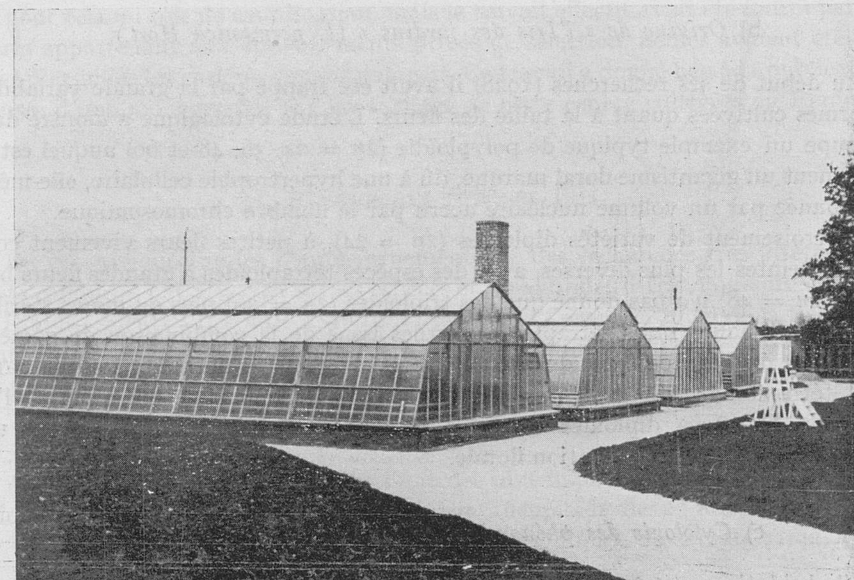


FIG. 29. — *Station d'Amélioration des Plantes maraîchères. Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, Avignon, Vaucluse. Les serres.*

Photo C. R. A. S. E.



FIG. 30. — *Culture d'hybrides F_1 de tomates sous serre. Station d'Amélioration des Plantes maraîchères d'Avignon, Vaucluse*

Photo C. R. A. S. E.

Au programme figuraient les espèces suivantes :

— Station de Montfavet :

Tomate.

Fraisier.

Artichaut.

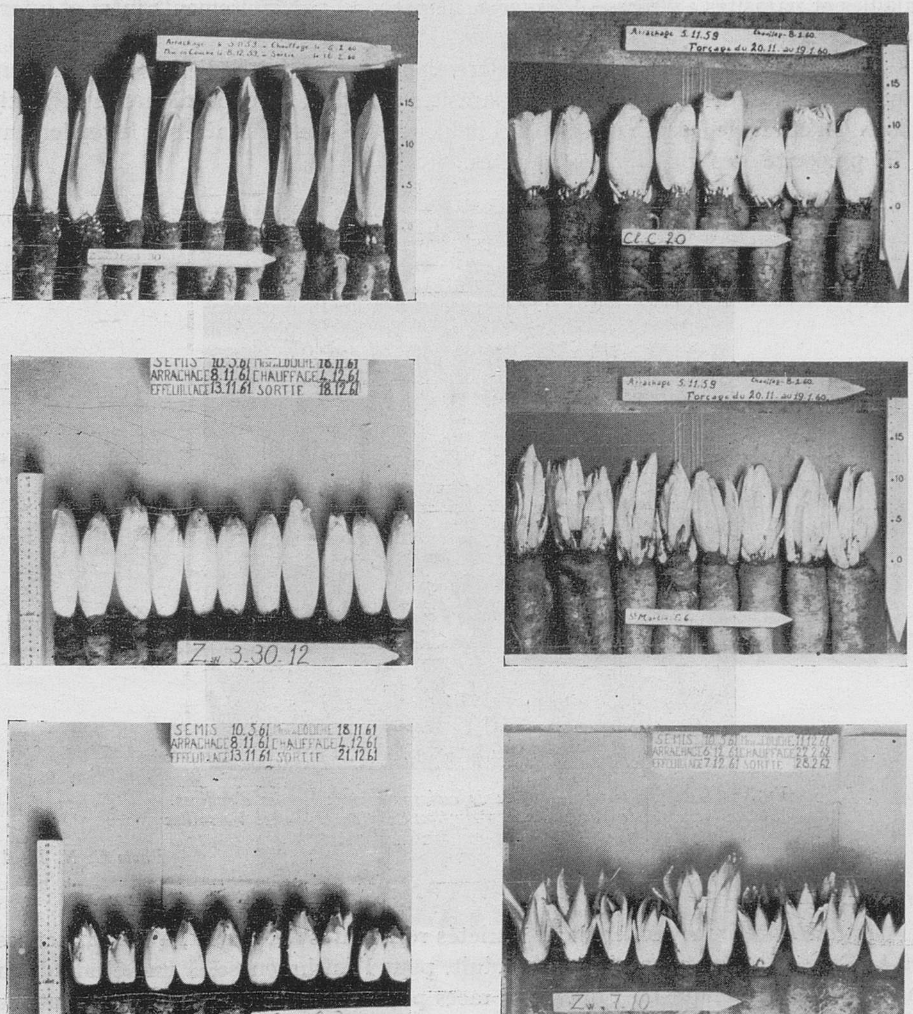


FIG. 31. — *Lignées issues d'autofécondation de plantes choisies dans une population d'endives. Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles*

Photo C. N. R. A

— Laboratoire de Versailles :

Haricot.

Endive.

Il est encore trop tôt pour donner des résultats de recherches entreprises depuis peu de temps. Indiquons seulement que l'on essaie de se rendre compte de la variabilité de ces espèces par l'étude de collections et l'organisation d'essais de rendement.

Sur la Tomate les travaux sont orientés spécialement vers la sélection pour le rendement, la précocité et la qualité du fruit, par obtention d'hybrides industriels de première génération ou par sélection généalogique et vers l'étude de la résistance aux maladies et parasites : viroses, *Alternaria*, nématodes, par croisements intra et interspécifiques.

Sur le Fraisier, on recherche à mettre au point une méthode de sélection pour la qualité du fruit et la résistance aux parasites des racines, au Mildiou et à la Verticilliose. On étudie le forçage en serre et l'influence de l'état sanitaire sur le rendement et la précocité des principales variétés.

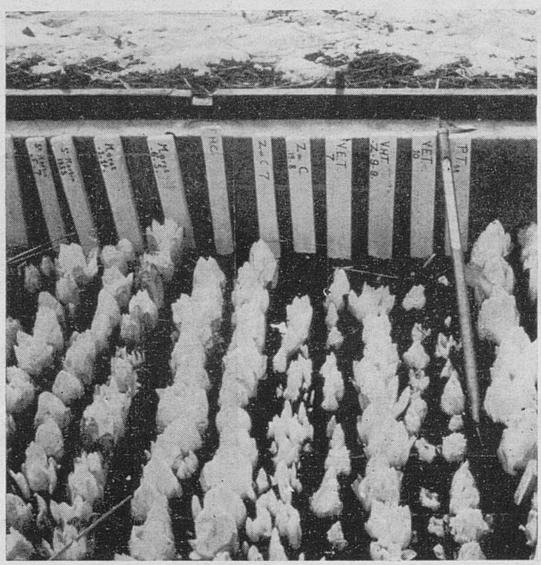


FIG. 32. — *Différences de vitesse de croissance entre lignées d'endives. Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles*

Photo C. N. R. A.

Sur le Haricot, une recherche de variétés résistantes au virus 1, à l'Anthracnose et à la Graisse est en cours. Elle a conduit, pour l'Anthracnose, à une étude de la répartition géographique en France des races physiologiques du parasite, inventaire réalisé en isolant le champignon à partir de graines malades de variété et d'origine connues. On a pu montrer que le nombre de races présentes en France est relativement faible et probablement de l'ordre de 6 ou 7. La majorité des monospores isolées appartient aux groupes β et δ. Aucune race de type α n'a été trouvée jusqu'à présent

L'étude de ces races se fait à l'aide d'une collection d'hôtes différentiels. A son tour, la sélection du Haricot se fait par rapport à six races, isolées par le laboratoire. Le géniteur de résistance utilisé est *Cornel* 49-242, d'origine vénézuelienne, présentant une résistance monofactorielle dominante à toutes les races isolées jusqu'à présent.

En ce qui concerne la Graisse, on utilise comme géniteur *B* 019 présentant lui aussi une résistance dominante et monofactorielle à *Pseudomonas phaseolicola*.

Les *travaux sur l'Endive* sont orientés, par suite de l'extrême hétérogénéité des populations actuelles, vers la recherche de variétés plus homogènes par obtention de

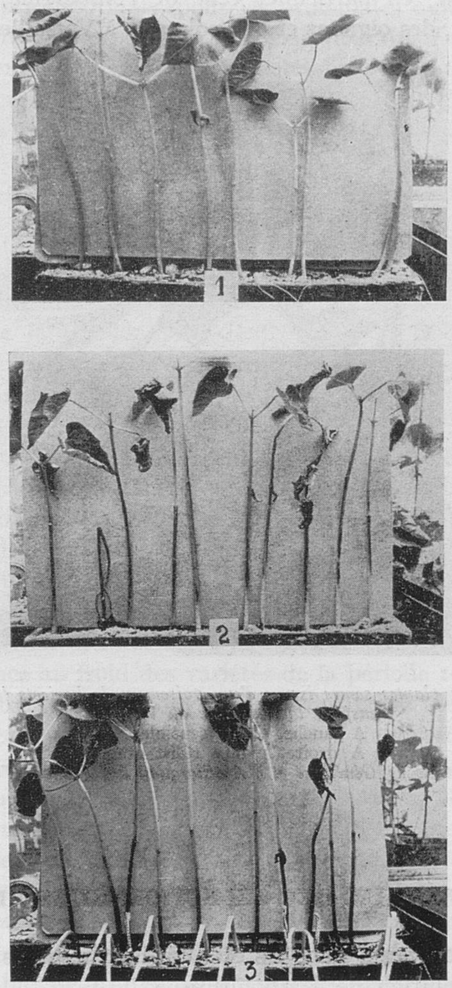


FIG. 33. — *Lignées issues du croisement de variétés de haricots : Processor × Cornell 49-242, pour la résistance à l'Anthracnose*
1. lignée résistante;
2. lignée sensible;
3. lignée en disjonction : 7 résistants, 3 sensibles.

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles

Photo C. N. R. A.

lignées issues d'autofécondation. Ces lignées s'homogénisent très vite. Elles sont en général peu déprimées par la reproduction consanguine et pourront, peut-être, constituer des variétés directement utilisables dans la pratique.

Cette méthode de sélection a conduit à étudier la biologie florale et le système

de reproduction sexuée de cette plante. On a mis en évidence l'existence d'une autostérilité partielle tenant à la structure de la fleur et à des barrières physiologiques au niveau de la germination du pollen.

Depuis la création du service des plantes maraîchères, l'étude d'autres plantes a été mise au programme, en particulier celle de l'Aubergine, des piments et des artichauts à Montfavet, des oignons et des poireaux à Versailles.

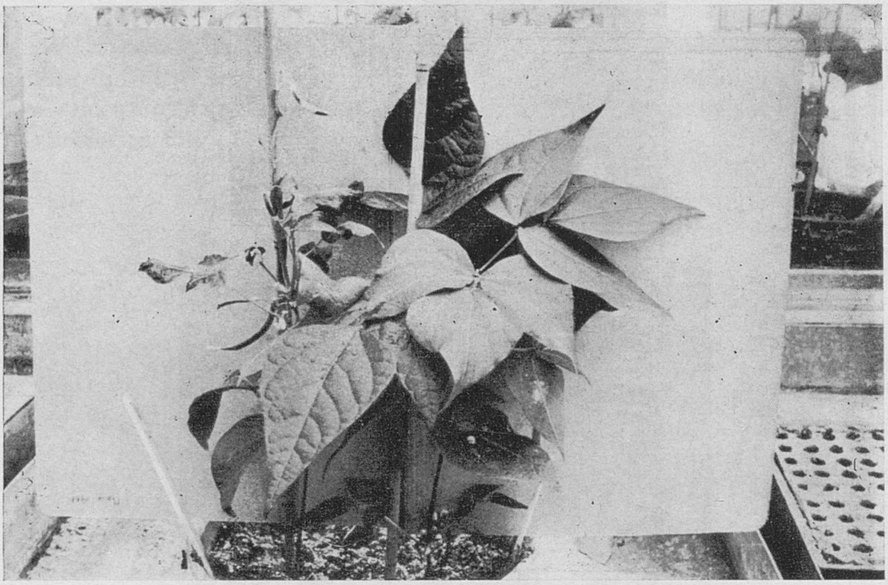


FIG. 34. — *Deux plantes sœurs issues d'un croisement de haricots fait en vue de transférer la résistance au Virus* I
A gauche, plante sensible;
A droite, plante résistante.
Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes, Versailles

Photo C. N. R. A.

B. — TRAVAUX DES SÉLECTIONNEURS PRIVÉS

L'orientation des travaux, dans les établissements privés n'a été modifié que partiellement par l'évolution de l'agriculture.

La plante la plus travaillée reste le Blé parce que cette céréale, dont les cours sont fixés par l'administration, reste la principale source de revenus pour bon nombre d'agriculteurs qui, mieux éclairés sur l'importance du choix de la variété, ont pris l'habitude de se fournir plus souvent en semences sélectionnées.

L'Avoine, malgré la très forte diminution des emblavements, a été d'avantage étudié, tandis que l'Orge dont les surfaces ont doublé depuis la guerre reste encore trop négligée.

Par contre un effort a été fait par quelques établissements en faveur des plantes fourragères : graminées et légumineuses, et de la Pomme de terre. La sélection des Betteraves sucrière et fourragère a été continuée par les établisssement qui s'en

occupaient déjà avant la guerre. Enfin, le nombre de variétés de plantes potagères créées en France, surtout pour certaines espèces : Pois, Haricots, Laitues, Carottes, a augmenté par rapport à la période précédente.

Les conditions d'inscription au catalogue des espèces et variétés cultivées en France tiennent compte désormais, pour les principales espèces de grande culture, de la valeur agronomique des variétés. Les exigences augmentent avec les progrès de la sélection. Le nombre de variétés commercialisées s'en trouve parfois réduit ce qui, par ailleurs, est une garantie pour les utilisateurs et les sélectionneurs ayant les meilleures équipes de chercheurs.

1. Blé

Pendant les vingt dernières années ont été inscrites au catalogue officiel 66 variétés nouvelles créées en France. On voit par là que l'activité de la sélection privée dans ce domaine ne s'est pas ralentie. Elle a cependant pris une orientation différente de celle de la période précédente.

Les géniteurs utilisés ne sont plus les mêmes, leur origine géographique est plus diverse. On se préoccupe davantage de la régularité du rendement en cherchant à conférer aux variétés nouvelles une certaine résistance aux maladies les plus importantes : Rouilles, Charbon ou au froid. Des géniteurs créés par les stations de l'Institut national de la Recherche agronomique sont souvent utilisés dans ce but. Enfin, on se préoccupe davantage de la qualité. La diversité des géniteurs utilisés amène une différenciation plus grande des types créés. Les blés français perdent peu à peu cet air de famille qu'ils tenaient de l'étroitesse de leur origine génétique.

Des variétés telles que *Maître Pierre, Champlein* (Cl. Benoist) ont un type morphologique très différent d'*Idéal-Bataille* ou d'*Alex* (Blondeau). *Marne-Desprez* diffère par sa résistance au froid des variétés de la période 1920-1940. La gamme de précocité s'est très étendue. On trouve actuellement des blés très précoces comme *Alex*, demi-précoces comme *Heurtebise* (Blondeau), demi-tardifs comme *Saint-Rémi* (Lafite). Parmi les dernières obtentions inscrites au catalogue, certaines comme *Ali* (Bataille), *Froidure* (Cambier), *Somme* (Desprez), *Abel* (Lafite), *Hivernal* (Belloy) ont une bonne résistance au froid, d'autres comme *Prestige* (Groupement des Maisons de Sélection du Nord) allient l'alternativité à une bonne résistance à la Rouille noire, ou au rendement comme *Magali* (Blondeau), d'autres encore comme *Crystal*, ont une qualité boulangère très améliorée.

Les préoccupations des sélectionneurs ne se sont pas bornées aux blés d'hiver mais la sélection des blés de printemps, peu poussée jusqu'à présent, a été intensifiée. Le nombre de variétés créées est encore réduit mais l'élan est donné. Citons *Aubers* (Lepeuple), *Gai printemps* (Tourneur) *Verna* et *Rex* (Vilmorin). Cette dernière variété allie une bonne productivité et une bonne résistance à la verse à une faible sensibilité à la Rouille noire et à une très bonne qualité boulangère.

2. Avoine

De 1945 à 1960 l'effort de sélection de l'Avoine de printemps s'est traduit par l'inscription au catalogue de 33 variétés nouvelles. Dans l'ensemble, leur qualité et leur résistance à la verse sont suffisantes à très bonnes, leur précocité est supérieure

à celle de *Pluie d'Or*, encore très cultivée en France et leur rendement dépasse celui de cette variété d'environ 10. p. 100 Il y a donc eu un net progrès dû à des variétés comme *Noire de Moyencourt* (Cl. BENOIST) qui est la plus cultivée en France, *Flamande Desprez*, *Nappe d'Argent*, *Gélinotte* (TOURNEUR), *Jeannie* et *Prémices* (Groupement des Maisons de Sélection du Nord), *Starblonde* (BLONDEAU).

Ici aussi, un effort de diversification est en cours comme le montre la création de *Starblonde* et de *Prémices* où entrent pour la première fois des géniteurs nord-américains. Toutes ces variétés sont encore sensibles à l'Oïdium, à la Rouille couronnée, à la Septoriose et au Charbon nu, ainsi qu'à l'échaudage.

L'Avoine d'hiver a été beaucoup moins travaillée. C'est toujours l'*Avoine d'hiver du Prieuré* qui est la plus cultivée et, après elle, des lignées tirées de la population « *Grise d'hiver* ». Une nouveauté des établissements Tourneur : *Hiverna*, moins résistante au froid que ces vieilles variétés mais plus résistante à la verse, progresse peu à peu dans l'Ouest et le Sud-Ouest.

3. ORGE

Les orges de printemps actuellement les plus cultivées sont des variétés étrangères ou des lignées tirées de ces variétés : *Rika*, *Aurore*, *Kénia*, *Carlsberg II* et *Piroline*. La seule orge sélectionnée récemment en France par un établissement privé : *Beka* S. E. C. O. B. R. A. H. d'une qualité brassicole remarquable, ne vient qu'assez loin derrière ces variétés pour le rendement.

Il en est de même des orges d'hiver dont les plus cultivées sont étrangères, sauf le vieil *Escourgeon Hâtif de Grignon* qui occupe toujours la première place, en surface, dans l'Ouest et le Midi.

4. PLANTES FOURRAGÈRES

Nous avons vu plus haut l'effort important fait en France par les services administratifs et les organisations professionnelles pour accroître et rendre plus rentable la production fourragère. Certains établissements de sélection ont contribué aux progrès enregistrés dans ce domaine par un important travail de création de variétés de légumineuses et de graminées fourragères.

Légumineuses

Profitant des qualités remarquables de la population de luzerne *flamande*, plusieurs établissements en ont tiré des variétés de très bonne valeur, ayant acquis une réputation, non seulement en France, mais dans toute l'Europe et aux État-Unis. La plus connue et la plus ancienne aussi est la luzerne *du Puits*, des Établissements Tourneur, Appréciée dans de nombreux pays, on peut dire que c'est elle qui a fait connaître partout ce type de luzerne de très grande vigueur, à repousse rapide, à feuilles larges, à système radiculaire puissant, possédant de surcroît une bonne résistance au froid. Les autres variétés créées en France : *Émeraude* (LECUREUR), *Desprez 100*, *Orchésienne* (BONTE), *Oméga* (VILMORIN), *Étoile du Nord*(Groupement des Maisons de Sélection du Nord), *Cardinal* (TOURNEUR) avec des caractéristiques parfois améliorées : résistance à la verse, régularité, lui sont cependant assez semblables

La création de variétés de trèfle violet a été moins active. Deux variétés cepen-

dant, de précocité très différentes : *Sepia* (TOURNEUR) et *Crop* (VILMORIN) permettent un bon échelonnement des récoltes dans le temps. Une nouvelle vague de nouveautés se prépare à arriver sur le marché, introduite notamment par une sélection de l'Institut national de la Recherche agronomique (Montpellier) : *Alpilles*, type très précoce, assez persistant et productif.

Des variétés de légumineuses annuelles présentant une gamme très riche de possibilités culturales pour les pois fourragers, les Vesces d'hiver et de printemps, la Féverole de printemps ont été créées surtout par les établissements BLONDEAU.

Graminées

Il convient d'apprécier particulièrement l'effort de sélection fait en faveur des graminées fourragères par quelques établissements : VILMORIN-ANDRIEUX. CLAUSE, PERONNIN, malgré les possibilités de concurrence d'établissements étrangers ayant une longue tradition de travail dans ce domaine et l'absence quasi totale, au départ, d'une organisation de multiplication des semences de graminées, actuellement établie. Le risque pris fut important, le succès remporté par la création de variétés extrêmement intéressantes ne l'est pas moins, les dactyles *Ariès*, *Taurus* et *Chantemille*, la fétuque élevée *Manade*, les fétuques des prés *Daphné* et *Sequana*, la fléole *Pecora*, les ray-grass perennes *Raidor*, *Real*, *Bocage*, le ray-grass hybride *Regrid* et les ray-grass d'Italie *Fat* et *Itaque* soutiennent la comparaison avec des variétés étrangères souvent sélectionnées depuis plus longtemps. Il reste encore beaucoup à faire dans ce secteur de travail surtout pour ce qui concerne la résistance aux maladies mais les résultats acquis en si peu de temps sont un gage de succès pour l'avenir

5. POMMES DE TERRE

Au lendemain de la dernière guerre, on ne trouvait au catalogue français que quatre variétés françaises d'origine inconnue : *Belle de Fontenay, Saucisse, Institut de Beauvais* et *Étoile du Léon.* La très grande majorité des variétés était d'origine allemande, hollandaise ou anglaise. Grâce à l'esprit d'entreprise et au travail de quelques sélectionneurs français ce tableau a changé maintenant. Si la variété la plus cultivée en France reste *Bintje*, d'origine hollandaise, si d'autres variétés comme *Ackersegen* et *Voran*, d'origine allemande, *Sirtema*, hollandaise, *Krassava*, tchèque, occupent elles aussi des surfaces importantes, les nouvelles variétés françaises voient constamment leurs surfaces de cultures augmenter. Citons parmi les plus cultivées :

— pour les variétés demi-tardives et tardives de grande consommation : *Ker Pondy* (HAURAY-DEMESMAY), *Claudia* (CLAUSE) ;

— pour les potagères de grande qualité culinaire : *Régale* (VILMORIN-ANDRIEUX), *Roseval* (Fédération des Syndicats Bretons) ;

— pour les primeurs : *Farfadette* (SOLANUM).

Toutes ces variétés sont d'une belle présentation et d'une productivité satisfaisante ; elles ne présentent malheureusement que peu ou pas de résistance au Mildiou. D'autre part, certains groupes ont été jusqu'à présent très négligés, en particulier celui des précoces et des féculières. Cependant, là aussi, un effort est fait par les sélectionneurs français. Les premiers résultats en ont été enregistrés par l'inscription

au catalogue de variétés telles que *Kenavo* (SOLANUM), féculière très résistante au Mildiou, *Primable* et *Diva* (BERTHELEME — Coopérative de Lennon) précoces, assez résistantes au Mildiou.

Ces résultats sont encore fragmentaires, de nombreux problèmes restent posés résistance aux viroses, au Nématode doré, au Mildiou ; mais les premiers pas sont encourageants, si l'on considère que la reprise des travaux de sélection de la Pomme de terre est relativement nouvelle en France, après un trop long abandon.

6. BETTERAVES

Les méthodes et les objectifs de sélection ont beaucoup évolués. La méthode générale d'utilisation de l'hétérosis pour l'amélioration des plantes allogames, dérivée de celle utilisée, avec le succès que l'on sait sur le maïs, est aussi appliquée à la Betterave. On a vu que la méthode des établissements VILMORIN-ANDRIEUX n'était pas, il y a de cela cinquante ans, tellement éloignée des méthodes modernes. Elle n'en différait que par l'appréciation, aussi rigoureuse que possible, de l'aptitude à la combinaison entre familles. Cette aptitude est mesurée maintenant soit sur les descendants de croisements diallèles, soit plus grossièrement, sur ceux des croisements à voie multiple ou de croisements par un parent commun.

Cette méthode, pour être applicable avec précision, définit d'ailleurs elle-même quelques buts de sélection complémentaires. Les croisements seraient réalisés beaucoup plus facilement si l'on pouvait faire intervenir l'un des parents sous une forme mâle-stérile. Les sélectionneurs font actuellement de gros efforts pour obtenir le double « mâle-stérile » de leurs meilleures familles.

Le rendement et la richesse restent toujours les caractères les plus recherchés. La découverte de l'intérêt des betteraves triploïdes qui permettent, dans une certaine mesure, d'allier le rendement en poids au rendement en sucre, est venu offrir un nouveau champ d'investigation aux sélectionneurs. Nombreux sont ceux qui s'y sont engagés.

La résistance aux maladies, facteur de la régularité des rendements trop longtemps négligée, est devenue un but de travail. Il s'agit surtout de la résistance au *Cercospora* et à la Jaunisse. La méthode générale de sélection utilisée se prête bien à ce genre de travail dans la mesure où il existe des géniteurs intéressants. Enfin, la recherche de betteraves génétiquement monogermes est au programme de nombreux sélectionneurs.

La betterave, sélectionnée depuis plus de cent ans, est loin d'avoir dévoilé tous ses mystères. Des progrès notables sont en cours. Tout fait penser qu'ils ne seront pas les derniers.

7. PLANTES POTAGÈRES ET MARAICHÈRES

La production des plantes potagères et maraîchères tend vers la diminution des surfaces consacrées aux petits maraîchages et aux jardins familiaux et vers la concentration des moyens de production dans de grandes entreprises produisant en pleine terre ou sous verre. Ceci tient à l'augmentation croissante des populations des villes qui a comme conséquence le remplacement progressif des méthodes de ravitaillement par petits lots, apportés au marché local, par celui du ravitaillement de masse.

L'essor pris par la conserverie est une autre cause de ce phénomène. Ces deux faits entraînent une standardisation plus poussées de la production, donc une diminution du nombre de variétés réellement importantes. Ils ont eu également pour conséquence l'oubli, chez les citadins, de la notion de légume de saison et le désir d'avoir à leur dispositions n'importe quel légume, à toute époque de l'année.

Parmi les productions ayant le plus évolué dans le sens précédent on peut citer notamment celle des pois. La production du pois de conserve est passée de 45 millions de boîtes en 1938 à 115 millions en 1947 et à 155 millions en 1960. Cette année-là, l'industrie de la conserve a absorbé environ 90 000 tonnes de pois verts d'une valeur approximative de 4 milliards d'anciens francs. On conçoit, dans ces conditions que cette espèce soit devenue un objet important d'amélioration et que les buts de sélection se soient précisés.

Les cultivateurs sont évidemment intéressés surtout par le rendement brut à l'hectare mais les conserveurs font très attention à la qualité en particulier à la facilité d'écossage, à la finesse du grain, à sa tendreté, sa couleur après conservation, à la limpidité du jus.

Des croisements ont été faits en tenant compte de ces impératifs. Ils ont abouti à la création de nombreuses variétés. Parmi les plus recentes on peut citer : *Oreste, Clauselan, Obéron, Arkel, Fakir, Précursor* (CLAUSE), *Annovert, Centver, Simvert* (SIMON), *Tezierprime, Tézierlindon* (TEZIER), *Starnain* (BLONDEAU).

Entre 1952, année de parution de la liste des variétés de pois au catalogue et 1960, 23 variétés nouvelles d'origine française y ont été inscrites. Ce chiffre montre l'ampleur de l'effort de sélection réalisé.

Pour les autres espèces, les résultats sont plus inégaux. Entre 1952 et 1960, 22 variétés de haricots d'origine française ont été inscrites, 6 de laitues, 5 de carottes, 4 de poireaux.

Il reste donc beaucoup à faire, surtout que les nouvelles méthodes de production, sous serre en particulier, la conserverie par la chaleur ou par congélation, posent des problèmes non encore résolus, pour de nombreuses espèces. Enfin, la résistance aux maladies, trop négligée jusqu'à présent, retient l'attention de certains sélectionneurs. Elle offre à leur effort des buts précis, moins fluctuants que ceux qui tiennent à un goût passager du public ou à la mode.

Ce rapide tableau de l'effort des sélectionneurs privés, en France, depuis quinze ans, est bien incomplet. Il passe sous silence des secteurs où la France, traditionnellement, a remporté des succès, notamment celui de la sélection des fleurs. S'il n'en a pas été question c'est qu'il est difficile d'exposer des buts de sélection en une matière qui n'a d'intérêt que par sa nouveauté, sa beauté ou sa fantaisie.

Sans doute est-il aussi difficile d'exposer la méthode de sélection d'une rose qui plaise que celle de la création d'une symphonie ou d'une parfum.

VII. — CONCLUSION

Tout au long de ces pages nous avons assisté au combat, mené depuis cent ans, pour rendre les travaux d'amélioration des plantes moins empiriques et pour les fonder sur des connaissances scientifiques plus nombreuses et des méthodes plus précises. Cette voie est difficile. Le caractère, malgré tout aléatoire, des résultats recherchés,

la qualité et le nombre des chercheurs exigés, le prix de revient élevé des travaux nécessaires, puisqu'il s'agit ici d'études sur des plantes supérieures, poursuivies en serre ou en pépinière, grâce à de nombreuses expériences comparatives de plein champ, n'autorisent pas, pour aboutir, de s'en remettre uniquement à l'initiative privée. Exigeant la mise en œuvre de moyens considérables, ces recherches ne peuvent rester sous la responsabilité d'efforts isolés, même s'ils sont compétents, parce que trop fragmentaires, voués par suite à des progrès lents, dispersés, parce que conçus, par nécessité, en fonction de préoccupations de rentabilité immédiate.

A côté de travaux individuels souvent intéressants, les recherches fondamentales exigent des équipes de travailleurs de formation diverse, dont l'action soit coordonnée et continue. C'est le rôle des stations d'amélioration des plantes de l'Institut national de la Recherche agronomique d'assumer la responsabilité de ces recherches. Mais elles comprendraient mal leur rôle si elles négligeaient la contribution très importante que peuvent apporter, à l'œuvre commune, les établissements de sélection privés. Ce sont eux qui, en France, comme nous l'avons vu en rappelant les travaux de Louis de Vilmorin, ont fait œuvre de pionniers. Cependant, l'évolution des méthodes de recherche entraînant la nécessité d'utiliser des moyens dont l'ampleur s'accroît sans cesse, met ces établissements dans l'obligation de s'appuyer sur une organisation bénéficiant des crédits de l'État.

En dehors des relations personnelles nombreuses, existant entre chercheurs du secteur privé et du secteur public, la coopération entre l'Institut national de la Recherche agronomique et les établissements privés revêt diverses formes, dont les trois suivantes sont, sans doute, les plus efficaces :

— fourniture de matériel végétal, en particulier de géniteurs ayant des caractéristiques connues,

— formation de techniciens, destinés au secteur privé, dans les laboratoires des stations d'amélioration des plantes,

— mise à la disposition des renseignements, d'ordre scientifique et technique, dont disposent les chercheurs. Ce dernier point est facilité par l'organisation, à Versailles, d'un centre de documentation susceptible de fournir des microfiches de toutes les publications reçues par les laboratoires.

Enfin, les grandes lignes directrices de la sélection peuvent être débattues au sein du Comité technique permanent de la Sélection dont font partie des chercheurs de l'Institut national de la Recherche agronomique et des représentants des sélectionneurs privés.

Cette collaboration est facilitée par l'association de certains sélectionneurs mettant en commun leurs moyens de travail et coordonnant leurs programmes de recherches. Il semble que ce soit là la voie de l'avenir.

ANNEXES

COMITÉ TECHNIQUE PERMANENT DE LA SÉLECTION DES PLANTES CULTIVÉES

Centre national de Recherches agronomiques,
Route de Saint-Cyr. Versailles (Seine-et-Oise).

Président: J. BUSTARRET, Inspecteur général de l'Institut national de la Recherche agronomique, Paris.

Vice-Présidents: R. MAYER, Directeur de la Station centrale d'Amélioration des Plantes, Versailles.
X...

Membres du Comité plénier

Au titre des chercheurs ou notabilités scientifiques :

MM. BRANAS (Jean), Professeur à l'École nationale supérieure agronomique de Montpellier (Hérault).
Der KHATCHADOURIAN (Léon), Directeur de l'École nationale supérieure agronomique de Grignon (Seine-et-Oise).
MENERET (Georges), Directeur de la Station d'Amélioration des Plantes de Dijon (Côte-d'Or).
VALDEYRON (Georges), Professeur à l'Institut national agronomique, Paris (Seine).
de VILMORIN (Roger), Paris (Seine).

Au titre de représentants des sélectionneurs :

MM. BENOIST (Claude), Moyencourt par Orgerus (Seine-et-Oise).
DESPREZ (Victor), Cappelle par Templeuve (Nord).
NINNIN (François), Brétigny sur Orge (Seine-et-Oise).
TOURNEUR (Ernest), Coulommiers (Seine).
de VILMORIN (André), Paris (Seine).

Au titre de représentants des producteurs de semences et plants :

MM. MONOD (Jean-Pierre), Castelnaudary (Aude).
PLUVINAGE (René), Plessis-Belleville (Oise).

Au titre de représentants des utilisateurs :

MM. DELEAU (Jean), Monts en Ternois (Pas-de-Calais).
PROFFIT (Michel), Boisemont par Saussay la Campagne (Eure).
FERTE (Georges), Saint Bandry par Ambleny (Aisne).

Section Céréales

Président: M. Philippe JUSSIAUX, Ingénieur général de l'agriculture.
Secrétaire: M. A. VINCENT, Maître de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique (Versailles).

Section Maïs

Président: M. Philippe JUSSIAUX, ingénieur général de l'agriculture.
Secrétaire: M. X. LASCOLS, Chargé de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique (Versailles).

Section Plantes à fibres et Oléagineux.

Sous-section Plantes à fibres:

Président: M. Joseph MALABRE, Ingénieur général de l'agriculture.
Secrétaire: M. F. PLONKA, Chargé de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique (Versailles).

Sous-section Oléagineux :

Président : M. René SAUGER, Ingénieur général de l'agriculture.
Secrétaire : M. Jacques MORICE, Chargé de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique (Versailles).

Section Plantes fourragères

Président : M. Jean REBISCHUNG, Directeur de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique (Versailles).
Secrétaire : M. Jean PICARD, Maître de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique (Dijon).

Section Plantes potagères, maraîchères et florales

Président : M. Pierre JONARD, Directeur de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique (Versailles).
Secrétaire : M. Hubert BANNEROT, Chargé de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique (Versailles).

Section Betteraves industrielles et fourragères

Président : M. Joseph MALABRE, Ingénieur général de l'agriculture.
Secrétaire : M. Henry LABY, Chargé de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique (Versailles).

Section Pommes de terre et Topinambours.

Président : M. Charles VEZIN, Inspecteur général honoraire de l'agriculture.
Secrétaire : M. Pierre PERENNEC, Chargé de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique. Landerneau (Finistère).

Section Arbres fruitiers

Président : M. Jacques SOUTY, Directeur de la Station d'Arboriculture fruitière de Pont de la Maye (Gironde).
Secrétaire de la sous-section Arbres et arbustes fruitiers : M. René BERNHARD, Directeur de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique, Pont-de-la-Maye (Gironde).
Secrétaire de la sous-section Fraisiers : Mlle Georgette RISSER, Chargé de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique, Montfavet (Vaucluse).

Section Plantes ornementales à multiplication végétative

Président : M. Étienne LE GUELINEL, Directeur de l'École nationale d'Horticulture (Versailles).
Secrétaire : M. René BOSSARD, Professeur à l'École nationale d'Horticulture (Versailles).

Section Arbres forestiers

Président : M. René ROL, Directeur honoraire de l'École nationale des Eaux et Forêts.
Secrétaire : M. Pierre BOUVAREL, Ingénieur des Eaux et Forêts.

Section Vigne

Président : M. Jean LONG, Directeur de l'Institut des Vins de consommation courante, Paris.
Secrétaire : M. Max RIVES, Maître de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique Pont-de-la-Maye (Gironde).

LISTE DES SÉLECTIONNEURS PRIVÉS FRANÇAIS

ayant une ou plusieurs variétés inscrites au catalogue français des espèces et variétés ou figurant aux essais de betteraves sucrières faits par des fabricants de sucre.

Noms	Résidence	Plantes sélectionnées
Baltet	Troyes (Aube).	Arbres fruitiers.
Bataille	Fretin (Nord).	Céréales, betteraves sucrières et fourragères.
Benoist (Claude)	Orgerus (Seine-et-Oise).	Céréales.
Belloy	Estrées Saint-Denis (Oise).	Céréales.
Blain (Fils aîné)	Avignon (Vaucluse).	Plantes potagères.
Blondeau	Bersée (Nord)	Céréales ; plantes fourragères ; pois potager.
Bonte	Orchies (Nord).	Céréales ; plantes fourragères
Boret	Saumur (Maine-et-Loire).	Plantes potagères.
Bourget-Sanvoisin	Valence-sur-Rhône (Drôme).	Plantes potagères.
Caillard et quris	Angers (Maine-et-Loire).	Plantes potagères.
Cambier	Auchy-les-Orchies (Nord).	Céréales ; betteraves sucrières.
Camut	Angers (Maine-et-Loire)	Plantes potagères.
Cayeux et Leclerc	Poilly-lez-Gien (Loiret)	Bulbes
Cesbron	Angers (Maine-et-Loire).	Plantes potagères.
Ceres	Méréville (Seine-et-Oise)	Betteraves sucrières.
Chapron	Caen (Calvados).	Fraisiers.
Chevalier	Marcoussis (Seine-et-Oise)	Dahlia.
Clause	Brétigny-sur-Orge (Seine-et-Oise)	Plantes potagères et florales ; plantes fourragères ; pommes de terre.
Coopérative de Lennon	Lennon (Finistère).	Pommes de terre.
Couderc	Aubenas (Ardèche).	Vigne.
Decatoire et Guislain	Coutiches (Nord).	Céréales.
Delbard	Malicorne (Allier).	Plantes potagères et florales; arbres fruitiers.
Dermigny	Noyon (Oise).	Arbres fruitiers.
Desprez	Cappelle par Templeuve (Nord)	Céréales ; betteraves sucrières ; plantes fourragères.
Devaux-Chanu	Orchies (Nord).	Céréales ; betteraves sucrières.
Dromigny et Hamel	Provins (Seine-et-Marne).	Céréales.
Dubus-Noureux	Orchies (Nord).	Céréales ; betteraves sucrières.
Fiquet	Paris.	Plantes potagères.
Galibert	Jonquières-Saint-Vincent (Nord).	Vigne.
Gaujard	Feyzin (Isère).	Plantes florales ; Arbres fruitiers.
Godineau	Angers (Maine-et-Loire).	Plantes potagères.
Grard	Mauguio (Hérault).	Arbres fruitiers.
Groupement des maisons de semences sélectionnées du Nord	Coutiches (Nord)	Céréales ; luzerne.
Hamonet	Angers (Maine-et-Loire).	Plantes potagères.
Hauray Demesmay	Pontivy (Finistère).	Pommes de terre.
Imbach	Angers (Maine-et-Loire).	Plantes potagères.
Lafite	Reims (Marne).	Céréales ; plantes fourragères.
Lambertin	Nîmes (Gard).	Arbres fruitiers.
Lasserre	Toulouse (Haute-Garonne).	Céréales ; plantes fourragères.
Laurent	Orchies (Nord).	Céréales.
Legland	Flines-les-Raches (Nord).	Betteraves sucrières ; céréales.
Lepeuple	Bersée (Nord)	Céréales ; betteraves sucrières et fourragères.

MAROT	Poitiers (Vienne).	Vigne.
MEILLAND	Antibes (Alpes-Maritimes).	Rosier.
MENNESSON	Pinon (Aisne).	Betteraves sucrières.
MOMONT-HENNETTE	Mons-en-Pévèle (Nord).	Céréales.
MOREAU	Brain sur l'Authion (M.-et-L.)	Plantes potagères.
NOMBLOT-BRUNEAU	Bourg-La-Reine (Seine).	Arbres fruitiers.
PÉRONNIN	Montluçon (Allier).	Plantes fourragères.
PORTRON-GILADEAU	Beaufort-en-Vallée (M.-et-L.)	Plantes potagères.
PUCEL	Cambrai (Nord).	Plantes potagères ; betteraves fourragères.
RINGOT	La Chapelle d'Armentières (Nord)	Céréales ; plantes oléagineuses.
RIVOIRE	Lyon (Rhône)	Plantes potagères.
SAY	Paris.	Betteraves sucrières.
S. E. C. O. B. R. A. H.	Maule (S.-et-O.)	Orge.
SEIBEL	Aubenas (Ardèche).	Vigne.
SEVE	Saint-Rambert-sur-Loire (Loire).	Plantes potagères.
SEYVE-VILLARD	Saint-Vallier (Drôme).	Vigne.
SIMON Louis	Bruyères-le-Chatel (S.-et-O.)	Plantes potagères et florales ; betteraves fourragères.
TEZIER (frères)	Valence-sur-Rhône (Drôme).	Plantes potagères et florales ; céréales ; betteraves fourragères.
TOURNEUR	Coulommiers (Seine-et-Marne).	Céréales ; plantes fourragères.
TRUFFAUT	Versailles (Seine-et-Oise).	Plantes potagères et florales.
VILMORIN	Paris.	Céréales ; plantes potagères et florales ; plantes fourragères ; pommes de terre ; betteraves sucrières.

LISTE DE SÉLECTIONNEURS ET DE CHERCHEURS S'OCCUPANT D'AMÉLIORATION DES PLANTES EN FRANCE

Noms	*Adresses*	*Espèces sélectionnées*
ARNOUX M.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Plantes papetières.
BANNEROT H.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Haricots, Endives.
BATAILLE J.	Fretin (Nord).	Céréales, Betteraves.
BENOIST C.	Ferme de Moyencourt, Orgerus (S.-et-O.).	Blé, Avoine.
BERBIGIER A.	Centre de Recherches agronomiques du Massif Central, Route de Lyon, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).	Orge.
BERGAL P.	Société d'Encouragement pour la Culture des Orges de Brasserie et des Houblons en France, Maule (S.-et-O.).	Orge.
BERNHARD R.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Arbres fruitiers à noyau.
BERNINGER E.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Oignons, Poireaux.
BERTHELEM P.	Centre de Recherches agronomiques de l'Ouest, École nationale supérieure agronomique, 65 route de Saint-Brieuc, Rennes (I.-et-V.).	Féveroles, Trèfles.
BERTIN C.	Station expérimentale du Maïs, Saint-Martin-de-Hinx (Landes).	Maïs
BIDABÉ B.	Station d'Arboriculture fruitière, Domaine de Belle-Beille, Angers (M.-et-L.).	Arbres fruitiers à pépins.
BORMANS P.	Établissements BELLOY & Cie, Montfort l'Amaury (S.-et-O.).	Céréales.
BOUBALS D.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Vigne.
BOUSCARY Mlle A.	Centre de Recherches agronomiques de Provence, Villa Thuret, Route du Cap, Antibes (A.-M.).	Œillet, Lavande.
BRANAS J.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Vigne.
BROSSIER	Station d'Arboriculture fruitière, Domaine de Belle-Beille, Angers (M.-et-L.).	Arbres fruitiers à pépins.
CACHON H.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Cytologie des graminées.

CAMBIER J.	Auchy-les-Orchies (Nord).	Blé, Betteraves.
CAMUT R.	9, rue Pré Pigeon, Angers (M.-et-L.).	Plantes potagères.
CANS D.	Société d'Encouragement pour la Culture des Orges de Brasserie et des Houblons en France, Maule (S.-et-O.).	Orge.
CAUDERON A.	Centre de Recherches agronomiques du Massif Central, Route de Lyon, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).	Maïs.
CAUDERON M^me^ Y.	Centre de Recherches agronomiques du Massif Central, Route de Lyon, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).	Cytogénétique des graminées.
CHABERT A.	Établissements DELBARD, Évry-Petit-Bourg (S.-et-O.).	Rosier.
CHALEAT F.	Établissements TEZIER, Valence-sur-Rhône (Drôme).	Haricots, Pois.
CHAPRON R.	25, rue de Maltot, Caen (Calvados).	Fraisier.
CHERY J.	Centre de Recherches agronomique du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Orge.
CHEVALIER R.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Blé tendre.
CHEVALIER	Marcoussis (S.-et-O.).	Plantes florales.
CHOPINET R.	Établissements VILMORIN-ANDRIEUX, Verrières-Le-Buisson (S.-et-O.).	Légumineuses fourragères.
CLAVIER C.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Légumineuses fourragères.
CLEMENCET	Société d'Encouragement pour la Culture des Orges de Brasserie et des Houblons en France, Maule (S.-et-O.)	Orge.
COTTE A.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Sorgho.
COURCOL J.	Établissements CLAUSE, Brétigny-sur-Orge (S.-et-O.).	Arbres fruitiers et d'ornement.
COUSIN R.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Pois potagers.
CREHU G. du	Centre de Recherches agronomiques de l'Ouest, École nationale supérieure agronomique, 65 route de Saint-Brieuc, Rennes (I.-et-V.).	Crucifères fourragères.
DECATOIRE	Coutiches (Nord).	Céréales.
DECOURTYE L.	Station d'Arboriculture fruitière, Domaine de Belle-Beille, Angers (M.-et-L.).	Arbres fruitiers à pépins.
DEGRAS L.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Avoine.
DEMARLY Y.	Station d'Amélioration des Plantes fourragères, Lusignan (Vienne).	Luzerne.
DEMONCHAUX B.	Établissements RINGOT, La Chapelle d'Armentières (Nord).	Céréales, Oléagineux.
DENEUCHE J.	Établissements TOURNEUR, Coulommiers (S.-et-M.).	Betteraves, Lin.

DESPREZ M.	Cappelle par Templeuve (Nord).	Betteraves.
DEVAUX	35, rue de Nomain, Orchies (Nord).	Céréales, Betteraves sucrières.
DEVILLERS J. C.	Établissements TRUFFAUT, route du Chesnay, Versailles (S.-et-O.).	Plantes potagères et plantes florales.
DOMMERGUES P.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Mutations expérimentales.
DROUZY J.	Établissements VILMORIN - ANDRIEUX, Verrières-Le-Buisson (S.-et-O.).	Plantes potagères.
DUBUS J.	Orchies (Nord).	Céréales, Betteraves.
DUJARDIN J.	Établissements VILMORIN-ANDRIEUX, Verrières-le-Buisson (S.-et-O.).	Plantes fourragères.
DUPIRE	Établissements PUCEL, 50 Allée Saint-Roch, Cambrai (Nord).	Plantes potagères.
DUQUESNE	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Abricotier.
DURQUETY P.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Vigne.
ÉCOCHARD R.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Cytogénétique des espèces sauvages.
ESSAD S.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Cytologie des graminées.
FERRARY R.	Laboratoire de Génétique, Institut national agronomique 16, rue C. Bernard, Paris V^e^.	Mutations induites.
FIQUET G.	115 bis rue des Pyrénées, Paris 20^e^.	Plantes potagères.
FLECKINGER J.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Arbres fruitiers.
FRIEDBERG R.	Établissements CLAUSE, Brétigny-sur-Orge (S.-et-O.).	Pois, Haricots.
GAUJARD J.	Feyzin (Isère).	Rosiers.
GÉRARD R.	Établissements CLAUSE, Brétigny-sur-Orge (S.-et-O.).	Plantes florales.
GILLET M.	Station d'Amélioration des Plantes fourragères, Lusignan (Vienne).	Fétuque.
GILLON H.	Orchies (Nord).	Céréales, Luzerne.
GOUJON C.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Blé tendre.
GRASSELLY	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Arbres fruitiers à noyau.
GRIGNAC P.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Blé dur.
HEDIN L.	Laboratoire de Recherches sur les Plantes fourragères, 1 rue Dufay, Rouen (Seine-Maritime).	Plantes fourragères.

HELLER L.	Établissements CAMBIER, Auchy-les-Orchies (Nord).	Céréales, Betteraves.
HERANG L.	Groupement des Maisons de Semences sélectionnées du Nord, Coutiches (Nord).	Céréales.
HERTZOG R.	Établissements DESPREZ, Cappelle par Templeuve (Nord).	Céréales.
HESLOT H.	Laboratoire de Génétique, Institut national agronomique, 16 rue Claude Bernard, Paris V^{e}.	Mutations expérimentales.
HUET J.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Arbres fruitiers à noyau.
HUGARD J.	École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Arbres fruitiers.
HUGUES P.	Centre national de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Graminées fourragères.
HUGLIN P.	Centre de Recherches agronomiques d'Alsace, 8, rue Kléber, Colmar (Haut-Rhin).	Vigne.
JACQUARD P.	Station d'Amélioration des Plantes fourragères, Lusignan (Vienne).	Techniques culturales.
JONARD P.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Blé.
JOUANNIC J.	Établissements LAFITE, 281 rue de Cernay, Reims (Marne).	Blé, Plantes fourragères.
KERGUELEN M.	Laboratoire de Recherches sur les Plantes fourragères, 1, rue Dufay, Rouen (Seine-Maritime).	Écologie fourragère.
KOLLER J.	Centre de Recherches agronomiques du Centre-Est, 14, avenue Victor Hugo, Dijon (Côte-d'Or).	Blé, Moutarde.
LABY H.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Betteraves sucrières.
LARAMBERGUE R. de	Centre de Recherches agronomiques du Centre-Est, 14 avenue Victor Hugo, Dijon (Côte-d'Or).	Orge, Millet.
LASCOLS X.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Maïs.
LECLER J.	Établissements TEZIER, Valence-sur-Rhône, (Drome).	Solanées, cucurbitacées potagères.
LECLERC G.	Établissements BLONDEAU, Bersée (Nord).	Céréales, plantes fourragères, Pois potagers.
LECLERCQ J.	Établissements TOURNEUR, Coulommiers (S.-et-M.).	Avoine, Blé.
LENOBLE M.	Station d'Amélioration des Plantes fourragères, Lusignan (Vienne).	Trèfle blanc, Fléole.
LEPERS J.	Établissements TEZIER, Valence-sur-Rhône (Drôme),	Blé, Plantes fourragères.
LEVADOUX L.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Vigne.

LEVIEL F.	Établissements CLAUSE, Brétigny-sur-Orge (S.-et-O.).	Pommes de terre.
MADEC P.	Station d'Amélioration de la Pomme de terre, Landerneau (Finistère).	Pommes de terre.
MAIA Mme N.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Cytologie des graminées.
MANSAT P.	Station d'Amélioration des Plantes fourragères, Lusignan (Vienne).	Ray-grass.
MARIE R.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Riz.
MARTIN P.	Établissements VILMORIN - ANDRIEUX, Verrières-le-Buisson (S.-et-O.).	Céréales.
MASSIGOUX R.	Établissements GODINEAU, 9 et 11 rue d'Iéna, Angers (M.-et-L.).	Plantes potagères.
MEILLAND	Boulevard du Cap, Antibes (A.-M.).	Rosiers.
MENERET G.	Centre de Recherches agronomiques du Centre-Est, 14, avenue Victor Hugo, Dijon (Côte-d'Or).	Houblon.
MICALLEF P.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Plantes fourragères.
MOMONT L.	Mons-en-Pevele (Nord).	Blé, Betteraves.
MICHON Mme H.	Établissements CLAUSE, Brétigny-sur-Orge (S.-et-O.).	Plantes florales.
MORICE J.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Plantes oléagineuses.
MORLE R.	Établissements TEZIER, Valence-sur-Rhône (Drôme).	Plantes potagères.
MOULE C.	Centre de Recherches agronomiques de l'Ouest, École nationale supérieure agronomiques, 65 route de Saint-Brieuc, Rennes (I.-et-V.).	Avoine.
NINNIN F.	Établissements CLAUSE, Brétigny-sur-Orge (S.-et-O.).	Plantes potagères.
NIQUEUX M.	Centre de Recherches agronomiques du Massif Central, Route de Lyon, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).	Plantes fourragères.
PAQUET J.	Centre de Recherches agronomiques du Massif Central, Route de Lyon, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).	Blé tendre.
PECAUT P.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, Domaine Saint-Maurice, Montfavet (Vaucluse).	Plantes potagères.
PERENNEC P.	Station d'amélioration de la Pomme de terre, Landerneau (Finistère).	Pomme de terre.
PICARD J.	Centre de Recherches agronomiques du Centre-Est, 14 Avenue Victor Hugo, Dijon (Côte-d'Or).	Plantes fourragères.
PLONKA F.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Lin.
PLUMET H.	Centre de Recherches agronomiques du Massif central, Route de Lyon, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).	Topinambour.

POCHARD E.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, Domaine Saint-Maurice, Montfavet (Vaucluse).	Plantes potagères.
POUGET R.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande-Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Vigne.
RAUTOU S.	Centre de Recherches agronomiques du Midi, École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Maïs, Sorgho.
REBISCHUNG J.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Plantes fourragères.
REMY P.	Station d'Arboriculture fruitière, Domaine de Belle-Beille, Angers (M.-et-L.).	Arbres fruitiers à pépins.
RENAUD P.	École nationale supérieure agronomique, Montpellier (Hérault).	Olivier.
RISSER Mlle G.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, Domaine Saint-Maurice, Montfavet, (Vaucluse).	Fraisiers.
RIVES M.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Vigne.
ROBERT D.	Établissements SAY, 18, rue Vaneau, Paris 7e.	Betteraves sucrières.
ROUSSEL J.	Orchies (Nord).	Céréales.
SALVAT Mlle B.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Arbres fruitiers.
SARGER	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande-Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Cerisier.
SANFOURCHE Mlle G.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande-Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Cerisier.
SEIZE L.	Établissements SIMON LOUIS, Bruyères-le-Chatel (Seine-et-Oise).	Plantes potagères.
SIMONET M.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Cytogénétique des Iris et des Céréales.
SOLIGNAT G.	Station d'Amélioration du Noyer et du Châtaignier, Domaine de Puymaret, Malemort-sur-Corrèze (Corrèze).	Noyer, Châtaignier.
SOUTY J.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande-Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Arbres fruitiers à noyau.
TERRISSON J.	Établissements PERONIN, Boulevard Chantemille, Montluçon (Allier).	Plantes fourragères.
THIBAULT B.	Station d'Arboriculture fruitière, Domaine de Belle-Beille, Angers (M.-et-L.).	Arbres fruitiers.
THOMAS M.	Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, Domaine de la Grande-Ferrade, Pont-de-la-Maye (Gironde).	Arbres fruitiers à noyau.
TOUVIN H.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Betteraves sucrières.

TOUZARD J.	Établissements CLAUSE, Brétigny-sur-Orge (S.-et-O.)	Plantes potagères.
TREBUCHET G.	Établissements VILMORIN-ANDRIEUX, Verrières-le-Buisson (S.-et-O.).	Plantes potagères.
TRIOREAU P.	Établissements DELBARD, Malicorne par Commentry (Allier).	Arbres fruitiers.
TROTTIER	Établissements BLAIN, Cité Chambon, Avignon (Vaucluse).	Plantes potagères.
TRUEL P.	Domaine de Vassal, Marseillan (Hérault).	Vigne.
VALDEYRON G.	Chaire de Génétique, Institut national agronomique, 16, rue Claude Bernard, Paris 5e.	Blé dur.
VILMORIN M. de	4, Quai de la Mégisserie, Paris 1er.	Pommes de terre, Betteraves
VINCENT A.	Centre national de Recherches agronomiques, Étoile de Choisy, Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).	Blé tendre.
VINOT M.	Centre de Recherches agronomiques de Provence, Villa Thuret, Route du Cap, Antibes (A.-M.).	Œillet, Lavande.
VITRAC E.	Établissements TOURNEUR, Coulommiers (S.-et-M.).	Luzerne, Trèfle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

PÉRIODE AVANT 1914

BELAIR G., 1909. L'hybridation en horticulture, 1 vol., 339 p., Octave Doin & Fils, Paris.

BLARINGHEM L., 1910. Étude sur l'amélioration des crûs d'orge de brasserie. 1 vol., 287 p., S.E.C.O.B.R.A., Paris.

BLARINGHEM L., 1913. Le perfectionnement des plantes, 1 vol., 192 p., Ernest Flammarion, Paris.

BLARINGHEM L., 1913. Sur l'hérédité en mosaïque. *IVe Conf. inter. Génét., Paris,* 1911. 1 vol., 101-128, Masson et Cie, Paris.

BOEUF M., 1911. Cultures expérimentales de sortes pures de céréales, observations sur la stabilité et la variété de leurs caractères. *IVe Conf. inter. Génét., Paris.* Masson et Cie, Paris.

BUSTARRET J., 1954. Botanique agronomique, *in* DAVY DE VIRVILLE AD., Histoire de la Botanique en France, 1 vol., 269-279. Société d'édition d'enseignement supérieur, Paris.

COQUIDE E., 1920. Amélioration des plantes cultivées. 1 vol., 607 p., J. B. Baillère & Fils, Paris.

DENAIFFE H., 1906. Les pois potagers, 1 vol., J. B. Baillère et Fils, Paris.

DUCOMET V., 1933. Les blés d'Aquitaine et leur rôle dans la constitution des blés actuels. *Le Sélectionneur,* **2**, fasc. spéc., 19-41.

FOEX M. G., 1891. Note sur les hybridations entre les vignes d'Europe et les vignes américaines et les semis de vignes effectués à l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier. *Ann. E.N.A. Montpellier,* **6**, 283-299.

GAROLA C. V., 1894. Les céréales, 1 vol., 815 p., Firmin Didot, Paris.

GIBAULT G., 1912. Histoire des légumes, 1 vol., 404 p., Libraires horticoles.

GRIFFON E., 1911. Greffage et hybridation asexuelle. *IVe Conf. inter. Génét., Paris,* Masson et Cie, Paris.

LARGILLIER-SEIBEL H. J., 1935. Les hybrides producteurs directes. *Le Sélectionneur,* **4**, fasc. 2, 71-81.

LEVADOUX L., 1961. La vigne et sa culture. 1 vol., 126 p., Presses Universitaires de France, Paris.

MAYER R., 1951. L'amélioration des plantes de grande culture en France. *47e communiqué de l'Association pour le développement de la culture fourragère. Mont-Calm. Lausanne* (Suisse).

ROZE E., 1891. Histoire de la pomme de terre, 1 vol., 464 p., J. Rothschild Éditeur, Paris.

SCHRIBAUX E., 1908. L'amélioration des espèces végétales de grande culture. *Bul. Soc. Encourag. Indust. Nat.,* 1-46.

SCHRIBAUX E., 1921. Le perfectionnement des plantes de grande culture, 1 brochure, 18., Imp. A. Bailet, Paris.

VILMORIN-ANDRIEUX et Cie, 1880. Les meilleurs blés, Paris.

VILMORIN-ANDRIEUX et Cie, 1908. Supplément aux meilleurs blés, Paris.

VILMORIN Ph. de, 1911. Fixité des races de froment. *IVe Conf. intern. Génét., Paris,* Masson et Cie, Paris.

VILMORIN Ph. de, 1911. Sur des hybrides anciens de Triticum et d'Aegilops. *IVe Conf. inter. Génét., Paris,* Masson et Cie, Paris.

VILMORIN Ph. de, 1911. Étude sur le caractère « adhérence des grains entre eux » chez le pois « chenille ». *IVe Conf. inter. Génét., Paris,* Masson et Cie, Paris.

VILMORIN R. de, 1961. L'amélioration des plantes cultivées (Période 1848-1914). *C. R. Acad. Agric. Fr.,* **47**, 73-75.

PÉRIODE 1918-1945

ALABOUVETTE L., 1933. Catalogue des variétés de Blé — Registre des plantes sélectionnées et commerce des semences. *Le Sélectionneur,* **2**, fasc. 3, 16-31.

ALABOUVETTE L., 1934. La qualité des blés cultivés en France et le problème de leur amélioration. *Ann. Agron.,* **6**, 207-252.

ALABOUVETTE L., et Friedberg Mme R., 1934. Étude de quelques avoines fatuoïdes. *Ann. Epiphyties et Phytogen.* **1**, 1-17.

ALABOUVETTE L. et MENERET G., 1935. Importance du choix des provenances de Luzerne. Orientation à donner à la production de semences de Luzerne en France. *Ann. Agron.,* **3**, 407-445.

ALABOUVETTE L., et TITARD A., 1933. Sur la possibilité d'utiliser dans la culture de la Tomate, des hybrides de première génération. *Le Sélectionneur,* **2**, fasc. 1, 11-14.

ANONYME, 1928. Les meilleurs fruits de France, 1 vol., 638 p. *Société nationale d'Horticulture de France,* Paris.

ANONYME, 1936. Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les laboratoires en 1934 et 1935. *Ann. Epiphyties et Phytogen.*, **2**, 381-422.

ANONYME, 1937. Rapports sur les travaux accomplis dans les laboratoires en 1936. *Ann. Epiphyties et Phytogen.*, **3**, 249-290.

BOEUF F., 1936. Les bases scientifiques de l'amélioration des plantes. 1 vol., 543 p., Paul Lechevalier, Paris.

BUSTARRET J., 1943. La dégénérescence de la Pomme de Terre, ses causes, son importance agronomique. Essai de mise au point. *Ann. Agron.*, **13**, 18-27.

BUSTARRET J., 1944. Variétés et variation. *Ann. Agron.*, **14**, 336-363.

BUSTARRET J. et CHEVALIER R., 1938. Les enseignements de l'hiver 1938-39 et la sélection des blés. *Le Sélectionneur*, **7**, 151-161.

CREPIN Ch., 1928. Lignées physiologiques, races culturales et acclimatement. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **14**, 1139-1148.

CREPIN Ch., 1937. Création de variétés de blé résistantes au froid. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **14**, 1139-1148.

CREPIN Ch. et *al.*, 1928. Étude sur la résistance au froid du Blé et de l'Avoine. *Ann. Sci. Agron.*, **6**, 661-718.

CREPIN Ch. et BUSTARRET J., 1941. Quelques problèmes de l'amélioration de la Pomme de terre. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 27, 1014- 1024.

CREPIN Ch., BUSTARRET J., et CHEVALIER R., 1937. Le problème de la création de blés résistants à la Carie. *Ann. Epiphyties et phytogen.*, **3**, 323-443.

CREPIN Ch., BUSTARRET J. et CHEVALIER R., 1938. Cultures de plants de pomme de terre en montagne. *Ann. Epiphyties et Phytogen.*, **4**, 449-479.

CREPIN Ch., BUSTARRET J. et CHEVALIER R., 1938. Nouvelles recherches sur la résistance des blés aux Caries. *Ann. Epiphyties et Phytogen.*, **4**, 413-446.

CREPIN Ch., BUSTARRET J. et CHEVALIER R., 1938. La résistance des variétés d'avoine au Charbon nu. *Ann. Epiphyties et Phytogen.*, **4**, 391-411.

DENAIFFE H., COLLE J. et SIRODOT E., 1927. L'Avoine, 1 vol., Denaiffe, Carignan.

DENAIFFE H., COLLE J. et SIRODOT E., 1928. Les blés cultivés, 1 vol., Denaiffe, Carignan.

DESPREZ F., 1927. Notes et observations sur les nouveaux blés hybrides de M. Schribaux. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **13**, 939-948.

DESPREZ F., 1944. Les sélection de la Betterave industrielle. Améliorations possibles et immédiates. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **30**, 190-192.

DIEHL R., 1933. La sélection des céréales d'hiver résistantes au froid. *Le Sélectionneur*, **2**, fasc. 1, 30-40.

DIEHL R., 1935. Les facteurs génétiques de la qualité dans la production végétale. *Ann. Agron.*, **5**, 219-239.

DIEHL R., 1938. La Pomme de terre — Caractères et description. Monographies publiées par les Stations et Laboratoires de Recherche agronomique, 157 p., Imprimerie nationale, Paris.

DUCOMET V.. 1921. Les maladies de dégénérescence de la Pomme de terre. *Ann. Epiphyties*, **8**, 27-93.

DUCOMET V., 1935. Les blés de la région de l'Olivier (Bassin méditerranéen). *Le Sélectionneur*, **4**, fasc. 2-12-48.

DUCOMET V. et FOEX E., 1925. Introduction à une étude agronomique des Rouilles de Céréales. *Ann. Epiphyties*, **11**, 312-394.

DUCOMET V. et FOEX E., 1928. De l'appréciation de l'intensité des Rouilles du Blé. *Bull. Assoc. intern. Sélect.*, **1**, 121-138.

DUCOMET V. et DIEHL R., 1934. La culture en montagne et les maladies de dégénérescence de la Pomme de terre. *Ann. Agron.*, **4**, 355-372.

FRANÇOIS L., 1924. Éléments caractéristiques des semences méridionales de Trèfle et de Luzerne. *Ann. Sci. Agron.*, **3**, 272-282.

FRANÇOIS L., 1930. Recherches de géographie botanique sur le genre *Cuscuta*. *Ann. Sci. Agron.*, **9**, 57-68.

FRANÇOIS L., 1941. Les semences de plantes commensales et légumineuses fourragères et de graminées de prairie. *Ann. Phytogen.*, **7**, 33-37 et 59-89.

FRIEDBERG L., 1933. Action de l'acide phénique et de la potasse alcoolique sur les blés. Réactions colorées. *Le Sélectionneur*, **2**, fasc. 1, 20-29.

FRIEDBERG L., 1933. Essai de classification des blés d'après leur réaction à l'acide phénique. *Ann. Agron.*, **3**, 697-723.

FRIEDBERG L., 1938. Les expériences de printanisation en France. *Le Sélectionneur*, **7**, fasc. 1, 28-40.

FRIEDBERG L., BERGAL P., 1937. Maturité commerciale et maturité physiologique de différentes variétés d'Orge. *Le Sélectionneur*, **6**, 16-26.

FREIDBERG L., BERGAL P., 1940. Essai d'identification des orges cultivées en France. *Ann. Epiphyties et Phytogen.*, **6**, 157-306.

FRIEDBERG M^{me} R., 1932. Contribution à l'étude du tallage du Blé, relation entre la profondeur du nœud de tallage et la résistance au froid. *Ann. Agron.*, **2**, 215-228.

FRIEDBERG M^{me} R., 1942. Les avoines cultivées en France. Monographie publiée par les Stations et Laboratoires de la Recherche agronomique. Imprimerie nationale.

INSTITUT DES RECHERCHES AGRONOMIQUES, 1924-1933. Rapports sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques, 10 vol., Imprimerie nationale, Paris.

JONARD P., 1936. Essai de classification des blés tendres cultivés en France. Monographie publiée par le Centre national de Recherche agronomique. nº 3, 1 vol., Imprimerie nationale, Paris.

LACOUDRE M., 1935. Détermination de la valeur boulangère des hybrides par la méthode Pelshenke. *Le Sélectionneur*, **4**, fasc. 3-4, 30-34.

MENERET G., 1935. Méthode Pelshenke et extensimètre. *Le Sélectionneur*, **4**, fasc. 1, 40-45.

MENERET G., 1936. Influence des piqûres de punaises sur la qualité des blés. *Le Sélectionneur*, **5**, fasc. 1, 33-42.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DIRECTION DE L'AGRICULTURE, 1938. Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les stations et laboratoires de recherche agronomique en 1937, · brochure, 21-37, Imprimerie nationale, Paris.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DIRECTION DE LA PRODUCTION AGRICOLE, 1940. Comptes rendus sommaires des travaux des stations et laboratoires de recherches agronomique en 1939. 1 brochure, 41-147, Imprimerie nationale, Paris.

SCHAD Ch., DESAYMARD P., MAYER R., 1937. Les variétés d'Orge dans la région du Centre. *Le Sélectionneur*, **6**, fasc. 2, 41-54.

SCHAD Ch., HUGUES P., 1938. Biologie florale du Seigle. *Le Sélectionneur*, **7**, fasc. 2, 88-95.

SCHAD Ch. et *al.*, 1941. Recherches sur le Lin en 1940. *Ann. Epiphyties et Phytogen.*, **7**, 109-141.

SCHAD Ch., MAYER R., 1938. Les orges du Puy. *Le Sélectionneur*, **7**, fasc. 2, 73-87.

SCHAD Ch., MAYER R., MENERET G., 1941. Contribution à l'étude de la qualité du blé et de son amélioration dans les régions du Centre. *Ann. Agron.*, **10**, 223-263.

SCHAD Ch., MENERET G., MAYER R., 1941. Application des méthodes de Fisher et Student à la comparaison des variétés en petites parcelles. *Ann. Epiphyties et Phytogen.*, **7**, 91-98.

SCHRIBAUX E., 1927. Rapport sur la création d'un catalogue général des meilleurs blés cultivés dans le monde. *Bull. Assoc. intern. Sélect.*, **1**, 26-30.

SCHRIBAUX E., 1929. La valeur boulangère des blés cultivés en France. *Bull. Assoc. intern. Sélect.*, **2**, 102-127.

SCHRIBAUX E., 1933. Orientation à donner au perfectionnement des blés. *Le Sélectionneur*, **2**, fasc. 2, 13-31.

SCHRIBAUX E., 1934. L'importance de la sélection des plantes pour le développement de la production agricole. 16e *Congrès intern. d'Agric., Budapest.*

SIMONET M., 1932. Recherches cytologiques et génétiques sur les Iris. Thèse de Doctorat, Fac. Sc. Paris.

SIMONET M., 1935. Contribution à l'étude cytologique et génétique de quelques *Agropyrum*. *C. R. Acad. Sci.*, **201**, 1210-1212.

SIMONET M., 1938. Sur l'obtention d'un *Linum usitatissimum* tétraploïde après l'application à la colchicine. *C. R. Acad. Sci.*, **207**, 85-87.

SIMONET M., 1939. Apparition de mutants géants et polyploïdes chez le Colza, la Pervenche et le Lin à grande fleur après application de la colchicine. *C. R. Acad. Sci.*, **209**, 238-240.

SIMONET M., CHOPINET R., 1942. Sur la conjugaison chromosomique autosyndétique de quelques hybrides de *Raphano Brassica*. *C. R. Acad. Sci.*, **214**, 1009-1011.

TEZIER P., 1935. L'amélioration du Blé dans le sud-est de la France. *Le Sélectionneur*, **4**, fasc. 2, 49-54.

VILMORIN J. de, 1920. Isolement des betteraves à sucre destinées à la graine. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **6**, 365-369.

VILMORIN J. de, 1923. L'hérédité chez la betterave cultivée. Thèse de Doctorat, Gauthier-Villars, Paris.

VILMORIN J. de, 1932. Les blés de printemps en France. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **18**, 157-164.

VILMORIN-ANDRIEUX, 1925. Les plantes potagères, 812 p., 4e éd., Paris.

VILMORIN R., de, MEUNISSIER A., 1936. La sélection chez la betterave à sucre. *Le Sélectionneur*, **5**, 90-94.

PÉRIODE 1946-1961

ALABOUVETTE L., 1947. Comment organiser la production des semences de maïs. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **3**, 113-116.

ALABOUVETTE L., 1947. Les variétés de blé des régions méridionales. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. Agric.*, **3**, 49-54.

ALABOUVETTE L., 1948. Amélioration à envisager dans la production fourragère méridionale. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **4**, 677-682.

ALABOUVETTE L., 1955. Etat actuel des travaux d'amélioration du maïs. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **11**, 739-741.

ALABOUVETTE L., 1956. La production française des semences de riz. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **12**, 217-222.

ALABOUVETTE L., COTTE A., 1950. Essais de sorghos sucrés et de sudan-grass. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **36**, 78-79.

ALABOUVETTE L., RAUTOU S., 1948. Données biologiques relatives aux oléagineux de la partie sud de la France. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **4**, 181-188.

ALABOUVETTE L., RAUTOU S., 1949. Sur les possibilités d'utilisation en France de certains hybrides américains de maïs. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **35**, 219-222.

ALABOUVETTE L., RAUTOU S., 1956. Le ricin dans la région méridionale. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **42**, 159-165.

ARTOZOUL J.-P. et *al.*, 1960. Synonymie ampélographique de l'Ouest viticole français. 1 brochure, 73 p., I. N. R. A., Paris.

BANNEROT H., 1958. Possibilités d'utilisation de l'analyse séquentielle pour le contrôle des variétés-population. *Ann. Amélior. Plantes*, **8**, 59-72.

BERBIGIER A., 1960. La dichogamie chez le seigle. *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 333-337.

BERBIGIER A., 1961. Données préliminaires sur l'utilisation de lignées pures dans l'amélioration du Seigle. *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 313-324.

BERNHARD R., 1951. Caractères des lodicules d'avoine. Leur utilisation dans la détermination des variétés *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 355-366.

BERNHARD R., DELMAS H. G., 1953. Observations sur la biologie florale du pêcher. *Ann. Amélior. Plantes* **3**, 389-400.

BERNHARD R., DELMAS H. G., SANFOURCHE G., 1951. Recherches sur la pollinisation de quelques variétés de pruniers. *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 179-209.

BERTHELEM P., 1955. Observations préliminaires sur les effets du froid sur la féverole (Hivers 1953-54 et 1954-55). *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 615-631.

BERTHELEM P., COTTE A., 1955. Les résultats expérimentaux concernant le maïs-grain obtenu dans la région de l'Ouest. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **12**, 714-720.

BOUBALS D., 1956. Amélioration de la résistance de la Vigne au Mildiou (*Plasmopara viticola B.* et C. Berlèse et de Toni). Recherche de géniteurs de résistance. *Ann. Amélior. Plantes*, **6**, 481-526.

BOUBALS D., 1957. L'organisation des vignes d'expérimentation. *Progrès Agric. et Vit.*, 24 p.

BOUBALS D., 1959. Contribution à l'étude des causes de la résistance des Vitacées au Mildiou de la Vigne et de leur mode de transmission héréditaire. *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 401-500.

BRANAS J., BERNON G. Levadoux L., 1946. Eléments de viticulture générale. 1 vol., 400 p., Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier.

BRANAS J., 1951. Eléments pour servir à l'orientation de la production viticole française. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **7**, 10-27.

BRANAS J., TRUEL P., 1955. Possibilités de la mécanographie dans l'identification des cépages. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **41**, 682-684.

BROSSIER J., 1955. Recherches d'arboriculture fruitière à la Station de recherches viticoles, œnologiques et d'arboriculture fruitière d'Angers. Compte rendu des travaux poursuivis de 1949 à 1953. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 325-333.

BUSTARRET J., 1948. Etat actuel de l'amélioration du blé en France. Le Pain. 1 vol., 15-35, C. N. R. S., Paris.

BUSTARRET J., MAYER R., 1948. Production herbagère et sélection. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **35**, 498-501.

BUSTARRET J., JONARD P., D'HUBERT L., 1948. Données biologiques et culturales relatives aux oléagineux de la moitié nord de la France. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **4**, 167-180.

BUSTARRET J., JONARD P., 1949. Problèmes posés par la culture et la sélection des plantes oléagineuses métropolitaines. *Ann. Nutrit. et Alim.*, **3**, 291-302.

CAILLAVET H., SOUTY J., 1950. Monographie des principales variétés de pêchers. I. N. R. A., 1 vol., 415 p., Société Bordelaise d'Imprimerie, Bordeaux.

CAUDERON A., 1948. L'utilisation de l'hétérosis dans l'amélioration du maïs. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **35**, 228-230.

CAUDERON A., 1949. Le problème des variétés et la culture du maïs-grain au nord de la Loire. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **35**, 230-233.

CAUDERON A., 1950. La défense génétique des cultures. L'utilisation des variétés résistantes aux anomalies climatiques et aux parasites. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. Agric.*, **6**, 291-300.

CAUDERON A., 1951. Etude de l'hérédité de trois couples de caractères morphologiques chez l'Orge cultivée. *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 9-19.

CAUDERON A., 1958. Les maïs hybrides en France. Etude de la précocité. *Ann. Amélior. Plantes*, **8**, 273-287.

CAUDERON A., de FOSSEUX G., GUIMBARD C., 1956. Les variétés d'orge cultivées dans le Bassin parisien. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. Agric.*, **12**, 609-616.

CAUDERON Mme Y., 1957. Etude cytogénétique d'un hybride trigénérique impliquant *Triticum dicoccum* SCHRANK., *Agropyrum intermedium* HOST P. B., et *Secale cereale L.* 76e *Congrès Assoc. Franc. pour l'Avancement des Sciences*, Périgueux, 16-21.

CAUDERON Mme Y., 1958. Etude cytogénétique des *Agropyrum* français et de leurs hybrides avec les Blés. *Ann. Amélior. Plantes*, **8**, 389-543.

CAUDERON Mme Y., et A., 1953. Polyploïdie et polysomie chez *Crepis Zacintha* L. BABC. *Ann. Amélior. Plantes*, **3**, 421-432.

CAUDERON Mme Y., et A., 1956. Etude de l'hybride F_1 entre *Hordeum bulbosum* L. et H. *secalinum* SCHREB. *Ann. Amélior. Plantes*, **6**, 307-318.

CAUDERON Mme Y., SAIGNE Mlle B., 1961. Obtention d'amphidiploïdes à partir de F_1 (*Triticum aestivum* × *Secale cereale*). *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 369-373.

CAUDWELL A., 1956. Possibilités d'obtention d'orges à 6 rangs à gros grains latéraux, à partir de croisements d'orges *Hexastichum* × *distichum*. *Ann. Amélior. Plantes*, **6**, 191-216.

CHEVALIER R., 1953. Echaudage du blé et poids de 1 000 grains. *Ann. Amélior. Plantes*, **3**. 275-295.

CHEVALIER R., 1956. Les variétés de céréales d'hiver dans les régions méridionales. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **32**, 697-752.

COTTE A., 1951. Sorghos à grain, sorghos sucrés et sudan-grass. *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 34-76.

COTTE A., DU CREHU G., 1956. Expérimentation sur les céréales dans la région de l'Ouest. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **12**, 681-696.

COTTE A., DIEHL R., DU CREHU G., TSVETOUKHINE V., 1954. Betterave et fourrages annuels. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **10**, 303-308.

CUGNAC A. de, SIMONET M., 1953. Etude cytogénétique de quelques hybrides intergénériques d'*Agropyrum*, : *Agroelymus Agrohordeum*, *Agrotriticum*. *Ann. Amélior. Plantes*, **31**, 433-452.

DEMARLY Y., 1954. Utilisation de l'inbreeding dans la sélection des plantes fourragères. *Conf. Europ. Herbages*, 96-102, OECE, Paris.

DEMARLY Y., 1954. Etude de l'hérédité de la bigarrure de la fleur chez la luzerne. *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 5-20.

DEMARLY Y., 1955. Observations sur la pollinisation de la luzerne. *Conf. Energie Atomique*, Genève, **12**, 231-233.

DEMARLY Y., 1958. Contribution à l'étude des tétraploïdes. Aspect schématique de la méiose chez les tétraploïdes. *Ann. Génétique*, **1**, 25-39.

DEMARLY Y., FELIX L., 1956. Observations sur la production des graines de luzerne. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **12**, 3-14.

DIEHL R., 1949. Le choix des variétés de pommes de terre. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **5**, p. 493.

DIEHL R., 1952. Quelques aspects de la résistance au froid chez les céréales d'hiver. *Ann. Amélior. Plantes*, **2**, 257-303.

DIEHL R., TSVETOUKHINE V., 1949. Ecologie et culture du tournesol fourrage. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **35**, 303-307.

DIEHL R., DUPUIS G., TSVETOUKHINE V., 1951. Recherches sur le topinambour. *Ann. Amélior. Plantes*. **1**, 336-354.

DOMMERGES P., 1950. Action de la colchicine sur l'orge cultivée. *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 295-331.

DOMMERGES P., 1961. Action des rayons gamma sur les bourgeons de la variété de pommier *Max Red Bartlett*. *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 349-356.

DOMMERGES P., FLECKINGER J., MESSIE R., 1955. Sur une méthode de description des variétés de pommier à cidre. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 335-443.

DUJARDIN J., REBISCHUNG J., 1960. L'amélioration des espèces prairiales. Buts. Méthodes. Portée générale. *Fourrages*, **1**, fasc. 4, 26-43.

ECOCHARD R., 1961. Les bases génétiques de l'introgression chez le Blé. *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 301-311.

ECOCHARD R., GILLET M., TRINQUAND E., 1954. L'évolution de la Rouille noire sur la plante adulte de blé et son incidence sur le poids du grain. *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 307-323.

ECOCHARD R., HUET J., 1961. Contribution à l'étude de la génétique quantitative chez une plante autogame : le Blé. *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 25-98.

ECOCHARD R., MANSAT P., 1958. Une sélection massale est-elle applicable à la recherche d'uné blé tendre peu sensible au Piétin-verse ? *Ann. Amélior. Plantes*, **8**, 329-338.

ESSAD S., 1954. Contribution à la systématique du genre *Lolium*. *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 325-351.

ESSAD S., 1956. Analyse cytogénétique de deux amphidiploïdes *Lolium perenne* L. x *Festuca pratensis* HUDS. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **243**, 670-672.

ESSAD S., 1957. La polyploïdie et ses aspects évolutifs en relation avec l'amélioration des plantes. *Ann. Amélior. Plantes*, **7**, 199-226.

ESSAD S., TOUVIN H., 1959. Techniques de production et de contrôle des betteraves polyploïdes. *Ann. Amélior. Plantes*, **9**, 553-574.

FELIX L., 1954. La compétition dans les mélanges simples d'espèces ou de variétés. *Conf. Europ. Herbages*, 103-106, OECE, Paris.

FERRARY R., 1959. Induction de mutations chez l'Orge cultivée, sous l'effet des radiations ionisantes. *Ann. Amélior. Plantes*, **9**, 403-420.

FLECKINGER J., 1954. Observations récentes sur l'écologie du Pommier à cidre. 8e *Congrès Intern. Botanique*, Paris.

FLECKINGER J., 1955. La pollinisation des arbres fruitiers en rapport avec la production. *Journées fruitières et maraîchères d'Avignon.* 18-19 mars.

FOSSEUX G. de, SIMON M., GUIMBARD C., VERBIEST R., 1956. Détermination de la valeur agricole des variétés de blé d'automne et de printemps cultivées dans le Bassin parisien et le nord-est de la France *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **12**, 577-608.

FOURMONT R., 1956. Les variétés de pois cultivées en France. 1 vol., 253 p., I. N. R. A., Paris.

GESLIN H., JONARD P., 1946. Maturité du blé et climat. Courbes caractéristiques du développement du grain de blé au point de vue physique. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **32**, 165-169.

GESLIN H., BUSTARRET J., 1947. A propos de la printanisation des Blés. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **33**, 645-649.

GILLET M., 1961. Etude sur la technique d'utilisation du test « fluorescence » de Gentner chez les Rays-grass. *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 357-368.

GRENTE J., SOLIGNAT G., 1952. La maladie de l'Encre du Châtaigner et son évolution. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **38**, 126-129.

GRIGNAC P., 1956. Les variétés de blé dur dans la région méridionale. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **12**, 753-762.

HEDIN L., 1946. Sur la création des prairies permanentes. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **32**, 380-394.

HEDIN L., 1947. Valeur comparée du rendement des diverses productions fourragères. *Ann. Agron.*, **17**, 242-263.

HEDIN L., 1948. L'écologie des prairies. Méthodes de recherches. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **34**, 936-938.

HEDIN L., 1949. Les types de prairies de l'ouest de la France : Ecologie et Phytosociologie. 5e *Congrès Intern. Fourrages*, Pays-Bas, 22-26 juin, 172-178.

HEDIN L., 1950. Recherches sur l'écologie des prairies françaises : un essai de classification. 7e *Congrès Intern. Bot.*, Stockholm, 165-167.

HEDIN L., 1955. Les types de prairie en Haute-Normandie et les conditions de leur amélioration. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **4**, 663-668.

HEDIN L., 1957. Prairies permanentes et prairies temporaires de Haute-Savoie. *Féder. Fr. Econ. Alpestre, Bull*, no 7.

HEDIN L., LE CACHEUX Mlle M. T., 1950. Les espèces nitrophiles dans les prairies. *Ann. Agron.*, **21**, 112-118.

HEDIN L., LE CACHEUX Mlle M. T., 1951. Humidité du sol et comportement des espèces prairiales. *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 77-124.

HEDIN L., LEFEBVRE J. M., 1951. Les méthodes d'analyse botanique dans l'étude agronomique des prairies. *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 376-407.

HEDIN L., KERGUELEN M., 1958. Recherches sur la production fourragère dans l'Auxois et sur son intensification. *Ann. Amélior. Plantes*, **8**, 339-388.

HEDIN L., LEFEBVRE J. M., 1951. Morphologie et perméabilité des enveloppes de graminées. *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 125-133.

HEDIN L., LEFEBVRE J. M., 1952. Recherches sur la caractérisation chimique d'espèces ou de variétés de plantes fourragères et prairiales. *Ann. Amélior. Plantes*, **2**, 55-98.

HEDIN L., LEFEBVRE J. M., PHILIPPART M., 1954. Recherches sur les assolements fourragers et la production prairiale de Normandie. *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 247-306.

HEDIN L., LEFEBVRE J. M., KERGUELEN M., 1954. Recherches sur la caractérisation chimique d'espèces ou de variétés de plantes fourragères et prairiales. *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 469-503.

HEDIN M., PHILIPPART M., 1954. Introduction à l'étude des assolements fourragers. *Ann. Amélior. Plantes*, **3**, 1-41.

HEDIN L., REBISCHUNG J., 1952. Maintien des légumineuses dans les prairies. 6e *Congrès Intern. Herbages*, Pennsylvania State College, U.S.A., 450-455.

HUGARD J., 1956. L'action du froid hivernal sur les arbres fruitiers. *Congrès pomologique*, 87e session, Namur, 69-82.

HUGUES P., 1956. Les fourrages annuels dans le midi de la France. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*. **12**, 851-863.

HUGUES P., DENOY I., FERRET M., 1952. Etude d'une prairie de fauche irriguée en Crau. *Ann. Amélior. Plantes*, **2**, 539-643.

HUGUES P., DUMAIL J., BERTIN P., DENOY I., 1953. Expérimentation sur le comportement et le rendement de variétés de pommes de terre dans le midi de la France. *Progrès Agric. et Vit.*, **139**, 279-283 et 305-309.

HUGLIN P., 1958. Recherches sur les bourgeons de la Vigne : Initiation florale et développement végétatif, *Ann. Amélior. Plantes*, **8**, 113-272.

HUGLIN P., 1960. Causes déterminant les altérations de floraison chez la Vigne. *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 351-359.

HUGLIN P. et JULLIARD B., 1955. Etude sur la morphologie, la phénologie et sur la productivité des principaux cépages de *V. vinifera* L. cultivés en Alsace. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 5-51.

HUTIN C., 1955. Evolutions des souches au cours des générations de multiplication. Problèmes pratiques, génétiques. *Conf. Europ. Herbages,* Paris, OECE, 107-110.

HUTIN C., CANAL L., 1961. La certification des semences, garanties essentielle : la solution française. *Fourrages,* **2**, fasc. 6, 193-199.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, 1951. La culture des maïs hybrides en France. *Act. Agron.,* **1**, 1-144.

JONARD P., 1947. Les blés alternatifs. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. Agric.,* **9**, 65-68.

JONARD P., 1948. La notion de précocité chez le blé. *Le Pain,* 105-110, C. N. R. S., Paris.

JONARD P., 1949. Le tallage chez le blé. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.,* **5**, 357-364.

JONARD P., 1949. L'alternativité du blé. 68e *Congrès Avancement Sciences,* Clermont-Ferrand, 126-127.

JONARD P., 1951. *Les blés tendres cultivés en France,* 1 vol., 491 p., I. N. R. A., Paris.

JONARD P., 1960. Etude des caractéristiques physiques du grain de blé tendre. *Ann. Amélior. Plantes,* **10**, 237-273.

JONARD P., KOLLER J., 1951. Les facteurs de la productivité chez le blé. Résultats obtenus en 1948 et en 1949. *Ann. Amélior. Plantes,* **1**, 256-276.

JONARD P., KOLLER J., VINCENT A., 1952. Evolution de la tige et de l'épi chez la variété de blé Vilmorin 27 au cours de la période de reproduction. *Ann. Amélior. Plantes,* **2**, 31-54.

JONARD P., 1956. Etude critique de quelques techniques culturales pouvant être appliquées au blé dans la moitié nord de la France. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.,* **114**, 763-769.

KERGUELEN M., 1954. Etude de quelques herbages des Vosges. *Ann. Amélior. Plantes,* **4**, 33-49.

KERGUELEN M., 1955. Recherche de relations entre quelques caractéristiques des sols et la végétation des herbages. *Ann. Amélior. Plantes,* **5**, 67-77.

KERGUELEN M., 1959. Contribution à l'étude écologique et fourragère des régions naturelles du Finistère. *Ann. Amélior. Plantes,* **9**,

KERGUELEN M., 1960. Aspects des variations de la composition de quelques fourrages en fonction des espèces, des stades de végétation, des conditions de sol et de fertilisation. *Ann. Amélior. Plantes,* **10**, 177-236.

KOLLER J., HEINEN A., LARAMBERGUE A. de, 1956. Expérimentation de variétés de céréales dans la région de l'Est central et en Alsace. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.,* **12**, 707-714.

LASCOLS X., CAENEN M., 1955. Maïs hybride : expérimentation réalisée par les Stations de l'I. N. R. A. I. Région parisienne et Nord. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.,* **11**, 707-714.

LASCOLS X., 1959. Sélection réciproque et maïs — hybrides précoces franco-américains. *Ann. Amélior. Plantes,* **9**, 377-401.

LEVADOUX L., 1946. Etude de la fleur et de la sexualité chez la Vigne. *Ann. Ecole Nat. Agric. Montpellier,* **27**, 1-90.

LEVADOUX L., 1947. Les cépages à raisins de cuve. *Congrès Intern. du Raisin, du jus de raisin et du vin,* Istanbul, 2-5 octobre.

LEVADAUX L., 1951. La sélection des greffons. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.,* **7**, 52-60.

LEVADOUX L., 1951. La sélection et l'hybridation chez la Vigne. *Ann. Ecole Nat. agric. Montpellier,* **27**, 165-357.

LEVADOUX L., 1952. *Essai provisoire de synonymie ampélographique,* 12 p., I. N. R. A., Paris.

LEVADOUX L., DURQUETY M., LAGARD P., 1952. *Monographie du Baroque ou Plant bordelais,* 20 p., I. N. R. A., Paris.

LEVADOUX L., 1954. *Rapport sur l'état sanitaire et la sélection du Baco 22 A,* Station Rech. Vit. du Sud-Ouest, I. N. R. A., Paris.

LEVADOUX L., 1956. Les populations sauvages et cultivées de Vitis vinifera L. *Ann. Amélior. Plantes,* **6**, 59-118.

LEVADOUX L., ARTOZOUL J., BAUDEL J., 1952. *Notes sur l'Ondenc ou Piquepoul de Moissac,* Station Rech. Vit. du Sud-Ouest, 10 p., I. N. R. A., Paris.

MADEC P., 1956. La nature et les causes du Boulage chez la Pomme de terre. *Ann. Amélior. Plantes,* **6**, 151-170.

MADEC P., 1958. Le rôle du tubercule-mère dans l'évolution des germes de la Pomme de terre. *Ann. Amélior. Plantes,* **8**, 5-30.

MADEC P., PERENNEC P., TITARD A., 1960. Expérimentation de variétés de pommes de terre dans la moitié nord de la France. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.,* **6**, 475-486.

MADEC P., PERENNEC P., 1954. Contribution à l'étude de la tubérisation chez la Pomme de terre. *Ann. Amélior. Plantes,* **4**, 449-467.

MADEC P., PERENNEC P., 1955. Les possibilités d'évolution des germes de la Pomme de terre et leurs conséquences. *Ann. Amélior. Plantes,* **5**, 555-574.

MADEC P., PERENNEC P., 1956. Influence de l' « origine » sur le comportement des plants de Pomme de terre. *Ann. Amélior. Plantes,* **6**, 5-26.

MADEC P., PERENNEC P., 1959. Le rôle respectif du feuillage et du tubercule-mère dans la tubérisation de la Pomme de terre. *Europ. Potato J.,* **2**, 22-49.

MADEC P., PERENNEC P., LAISSUS R., 1956. Travaux effectués pendant la période 1945-1955 par le Laboratoire de recherches sur la Pomme de terre à Landerneau. *Ann. Amélior. Plantes*, **6**, 319-382.

MANSAT P., 1960. Au sujet d'un phénomène de fluorescence présenté par les racines du Ray-grass (*Lolium Sp.*). *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 339-344.

MARGARA J., 1952. Comportement des variétés de betterave sucrière à l'égard du *Cercospora*. Problèmes que pose l'obtention de types résistants. *Ann. Amélior. Plantes*, **2**, 215-229.

MARGARA J., 1953. Sur l'obtention d'un hybride amphidiploïde entre *Beta vulgaris* L. et *Beta lomatogona* F. et M. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **237**, 836-838.

MARGARA J., 1954. Problèmes que pose l'amélioration de la Betterave sucrière en France. *Ann. Amélior Plantes*, **4**, 147-195.

MARGARA J., 1960. Recherches sur le déterminisme de l'élongation et de la floraison dans le genre *Beta*. *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 361-471.

MARGARA J., CAGNIART J., TOUVIN H., 1953. Essais effectués en 1952 sur le comportement des variétés de betteraves sucrières à l'égard du *Cercospora*. *Ann. Amélior. Plantes*, **3**, 43-55.

MARGARA J., OMETZ M[me] S., 1955. Les hybridations interspécifiques chez la betterave. Etude cytologique et morphologique d'un hybride entre betterave sucrière et *B. lomatogona* F. et M. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 445-462.

MARGARA J., TOUVIN H., 1954. Analyse du comportement en champs d'essais de quelques variétés de betterave sucrière cultivées en France. *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 529-537.

MARGARA J., TOUVIN H., 1955. Sur les possibilités d'obtention de types de betterave tolérants au virus de la jaunisse. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **41**, 650-653.

MARGARA J., TOUVIN H., 1956. Sélection de betteraves résistantes au Cercospora. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **42**, 71-73.

MARGARA J., TOUVIN H., 1957. Stérilité mâle et sélection de la betterave sucrière. *C. R. Acad. Agric.*, **43**, 237-240.

MARIE R., 1955. Contribution à l'étude du riz en France. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 463-535.

MARIE R., 1956. Quelques résultats d'expérimentation rizicole. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **17**, 223-228.

MAYER R., 1948. Les techniques et l'utilisation du ley-farming en Grande-Bretagne. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **4**, 729-740.

MAYER R., 1954. Points de vue des autorités officielles sur l'étude préliminaire des variétés nouvelles de plantes cultivées. *Conf. Intern. Semences*, Stockholm.

MAYER R., 1956. Le contrôle de l'identité variétale et la certification des semences en France. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **12**, 419-422.

MAYER R., FELIX L., 1954. L'exploitation de la luzerne pour la production de fourrage. *Conf. Europ. Herbages*, Paris, 177-181, OECE, Paris.

MAYER R., REBISCHUNG J., 1947. Caractérisation de deux populations de fromental en vue de leur utilisation pour la sélection. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **35**, 501-505.

MAYER R., REBISCHUNG J., 1951. Composition botanique et variétale de l'herbe. *C. R. Journées d'études sur l'alimentation à la prairie*. A. F. Z., 40-52.

MAYER R., VINCENT A., ECOCHARD R., 1951. Les populations françaises de luzerne. *Ann. Amélior. Plantes*, **1**, 210-255.

MAYER R., et *al.*, 1952. Comportement en champs d'essais des principales variétés de blé cultivées dans la Région parisienne, la Normandie, le nord et le nord-est de la France. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **8**, 471-507.

MENERET G., 1946. Production houblonnière. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **2**, 17-24.

MENERET G., 1950. Amélioration de la production du maïs en Bresse. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **36**, 331-333.

MENERET G., LARAMBERGUE R. de, 1956. Les résultats expérimentaux concernant le maïs-grain obtenus dans la région de l'Est central. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **11**, 720-726.

MICALLEF P., LETELLIER B., 1961. La production des semences de luzerne dans le midi de la France. *Fourrages*, **2**, fasc. 5, 147-159.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 1961. Semences. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **17**, 100-304.

MORICE J., 1960. La sélection du Colza d'hiver basée sur l'étude des composantes du rendement. *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 85-117.

MORICE J., 1960. Hérédité de la couleur des fleurs chez le Colza. *Brassica napus L. var. oleifera* Metzger. *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 155-175.

MOULE C., 1955. La résistance des variétés d'avoine à la rouille couronnée (*Puccina coronata Avenae* PERS.). *Ann. Amélior. Plantes*, **15**, 639-662.

MOULE C., 1957. La résistance au charbon nu chez l'avoine cultivée. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 159-198.

MOULE C., 1960. Maturation de l'amande et échaudage chez l'Avoine cultivée. *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 5-60.

MOULE C., FOSSEUX G. de, GUIMBARD C., 1956. Productivité, régularité de production et qualité des variétés d'avoine de printemps. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **12**, 617-628.

PAQUET J., 1956. Interaction de la coloration du tégument et de la texture de l'albumen dans la détermination de l'intensité de la couleur du grain de blé. *Ann. Amélior. Plantes,* **6**, 27-58.

PAQUET J., 1961. Notation visuelle de l' « aspect d'échaudage » du grain de Blé tendre à maturité. *Ann. Amélior. Plantes,* **11**, 325-336.

PAQUET J., PLUMET H., 1956. Expérimentation des variétés de céréales dans la région du Centre et du Massif central, de 1949 à 1955. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.,* **12**, 649-680.

PICARD J., 1953. Recherches sur la féverole. *Ann. Amélior. Plantes,* **3**, 57-106.

PICARD J., 1954. Observations sur les méthodes d'appréciation de la valeur des plantes ou des lignées destinées à la création de souches. *Conf. Europ. Herbages,* Paris, 92-95, OECE, Paris.

PICARD J., 1956. Contribution à l'étude de l'hérédité du caractère « fleur pourpre » chez le trèfle violet, Trifolium pratense L. *Ann. Amélior. Plantes,* **6**, 141-150.

PICARD J., 1956. Premières observations sur l'hérédité de quelques caractères simples chez le trèfle incarnat (Trifolium incarnatum L.). *Ann. Amélior. Plantes,* **6**, 527-530.

PICARD J., 1959. Quelques résultats concernant l'amélioration du trèfle incarnat. *Ann. Amélior. Plantes,* **9**, 317-331.

PICARD J., 1960. Le trèfle violet. Production de fourrage. *Fourrages,* **1**, fasc. 2, 87-97.

PICARD J., 1960. Données sur l'amélioration de la Féverole de printemps. *Vicia Faba* L. *Ann. Amélior. Plantes,* **10**, 121-153.

PICARD J., 1961. La production de semences de trèfle violet. *Fourrages,* **2**, fasc. 6, 160-170.

PICARD J., DEMARLY Y., 1952. Autofertilité chez la luzerne. Son conditionnement biologique. *Proc. sixth Inter. Grassland Congr.,* **1**, 254-259, Pennsylvania State College, U.S.A.

PICARD J., FELIX L., 1954. La culture de la féverole dans la Région parisienne. Résultats d'essais réalisés en 1952 et 1953. *C. R. Acad. Agric. Fr.,* **40**, 123-129.

PICARD J., BERTHELMEM P., FELIX L., 1955. La culture de la féverole-grain. Quelques données d'expérimentation réalisée en 1952, 1953 et 1954 dans la moitié nord de la France. *Ann. Amélior. Plantes,* **5**, 79-102.

PLONKA F., 1951. Comportement génétique de quelques caractères de la fleur et des graines chez le lin. *Ann. Amélior. Plantes,* **1**, 155-178.

PLONKA F., 1956. *Les variétés de lin,* 1 vol., 179 p., I. N. R. A., Paris.

PLONKA F., 1957. Les groupes géographiques de lin. *Ann. Amélior. Plantes,* **7**, 109-138.

PLUMET H., 1955. Etude des facteurs conditionnant la qualité des orges de brasserie. *Ann. Amélior. Plantes,* **5**, 575-614.

POCHARD E., HUET J., VERGARA S., 1960. Etude génétique de la résistance à un biotype de Rouille noire (*Puccinia Graminis var. Tritici, Race* 21). *Ann. Amélior. Plantes,* **10**, 61-84.

RAUTOU S., 1958. Le Ricin en France méridionale. *Ann. Amélior. Plantes,* **8**, 75-112.

RAUTOU S., BERTIN Ch., 1955. Contribution apportées à l'amélioration du maïs par les Stations de Montpellier et Saint-Martin-de-Hinx. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.,* **11**, 742-751.

REBISCHUNG J., 1949. Etude d'une population de dactyle originaire de la Région parisienne. Résultats observés durant trois années de sélection. *C. R. Acad. Agric. Fr.,* **35**, 505-510.

REBISCHUNG J., 1950. *Guide d'expérimentation sur les herbages.* Imprimerie nationale, Paris.

REBISCHUNG J., 1951. Auto- et inter-fertilité chez le dactyle. *Ann. Amélior. Plantes,* **1**, 20-33.

REBISCHUNG J., 1951. Etude de populations de ray-grass et du mode de transmission de deux caractères dans le genre Lolium. *Ann. Amélior. Plantes,* **1**, 497-547.

REBISCNHUNG J., 1953. Etudes sur la variabilité des populations naturelles françaises de dactyle. *Ann. Amélior. Plantes,* **3**, 311-349.

REBISCHUNG J., 1954. L'appétibilité, son intérêt en tant que critère de sélection. Méthodes expérimentales d'appréciation. *Conf. Europ. Herbages,* Paris, 116-119, OECE, Paris.

REBISCHUNG J., 1956. Hérédité de trois caractères chez le dactyle (*Dactylis glomerata* L.). *Ann. Amélior. Plantes,* **6**, 281-306.

REBISCHUNG J., 1956. Grass breeding and environment. *7th Intern. Grassl. Congress.* New Zealand, 222-228.

REBISCHUNG J., 1960. Etat des travaux entrepris dans le domaine de la production fourragère. *Fourrages,* **1**, 19-29.

REBISCHUNG J., DESROCHES R., 1960. Variétés françaises de graminées. *Fourrages,* **1**, fasc. 1, 71-94.

REBISCHUNG J., KARSKA M[lle] K., 1952. Etude de la valeur systématique de quelques caractères observables sur le grain et les plantules de blé tendre. *Ann. Amélior. Plantes,* **2**, 1-30.

REBISCHUNG J., DEVAILLY P., ODENT M., 1953. Premiers résultats d'expérimentation fourragère (Courcelles-Chaussy, 1949-1952). *Ann. Amélior. Plantes,* **3**, 479-515.

REBISCHUNG J. et *al.,* 1952. Comportement de deux espèces de graminées exploitées suivant des rythmes différents. *Ann. Amélior. Plantes,* **2**, 473-506.

REMY P., 1952. Le rôle du tégument des graines d'arbres fruitiers dans leur germination (genre *Prunus*). *Ann. Amélior. Plantes,* **2**, 347-349.

REMY P., 1953. Contribution à l'étude du pollen des arbres fruitiers à noyau, genre *Prunus*. *Ann. Amélior. Plantes*, **3**, 351-388.

REMY P., 1957. L'évolution des substances de croissance pendant la germination sur milieu artificiel d'amandes d'abricotier (*Prunus armeniaca* L.) non exposées au froid. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **244**, 1666-1669.

REMY P., 1961. Recherches physiologiques sur la maturation des graines d'arbres fruitiers à noyau. *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 113-298.

RIVES M., 1954. Le système de reproduction du colza. Sa signification du point de vue de la théorie polygénique de l'hérédité des caractères quantitatifs. *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 21-31.

RIVES M., 1955. Méthodes d'analyse pour des essais incomplets. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 103-118.

RIVES M., 1957. Etudes sur la sélection du colza d'hiver. *Ann. Amélior. Plantes*, **7**, 61-108.

RIVES M., 1959. Sur la comparaison des moyennes dans les essais variétaux. *Ann. Amélior. Plantes*, **9**, 357-376.

RIVES M., 1960. Sur l'analyse de la variance. Emploi des transformations. *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 309-331.

RIVES M., 1961. Bases génétiques de la sélection clonale chez la Vigne. *Ann. Amélior. Plantes*, **11**, 337-348.

SALVAT M^lle B., 1954. Note préliminaire sur les provenances françaises du charbon du blé. *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 375-384.

SCHAD C., 1948. L'amélioration du seigle. *Le Pain*, 1 vol., 87-104, C. N. R. S., Paris.

SCHAD C., 1956. La coopération internationale pour l'amélioration du maïs en France. *Bull. tech. Inform. Ingrs. Serv. agric.*, **12**, 429-434.

SCHAD C., GRENTE J., 1955. IIII. Amélioration du noyer. Compte rendu des travaux effectués en 1953. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 286-301.

SCHAD C., KISS C., 1955. Les résultats expérimentaux concernant le maïs-grain obtenus dans la région du Massif central. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **11**, 727-738.

SCHAD C., KISS C., 1955. Contribution apportée à l'amélioration du maïs par la Station d'Amélioration des Plantes du Massif central. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **11**, 752-762.

SCHAD C., SOLIGNAT G., 1952. Biologie florale et méthodes d'amélioration du châtaignier. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **38**, 350-352.

SCHAD C., GRENTE J., SOLIGNAT G., 1955. IV. Amélioration du châtaignier. Compte rendu des travaux effectués en 1953. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 302-324.

SCHAD C., MAYER R., HUGUES P., 1945. *Les variétés de soya, cultivées en France, caractères et description*, 1 vol., 127 p., I. N. R. A., Paris.

SCHAD C., SOLIGNAT G., GRENTE J., VENOT P., 1952. Recherches sur le châtaignier à la Station de Brive. *Ann. Amélior. Plantes*, **2**, 369-458.

SCHAD C., SOLIGNAT G., GRENTE J., VENOT P., 1952. Le problème du châtaignier en France. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **8**, 385-397.

SIMON M., 1955. *Les nouvelles variétés de blé tendre inscrites au Catalogue des Espèces et Variétés depuis* 1947. *Leur détermination et leur description*, 137 p., A. G. P. B., Paris.

SIMONET M., 1947. Production d'amphidiploïdes fertiles et stables par intercroisements d'espèces rendues autotétraploïdes après traitements colchiciniques. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **33**, 121-123.

SIMONET M., 1948. Régularisation et augmentation de la fertilité chez certains *Aegilotricum*. I. *Aegilops ventricosa* × *Triticum Timopheevi*. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **227**, p. 1417.

SIMONET M., 1949. Comportement des chromosomes chez quelques hybrides d'Iris issus des types autosyndétiques. *Proc. 8th Intern. Congress of Genetics*, Lund, p. 662.

SIMONET M., 1952. Sur l'étude méiotique des hybrides *Aegilops ventricosa* avec des *Triticium* tétraploïdes et de leur trihybrides *Ae. ventricosa* × *T. durum*, et *Ae. ventrtcosa* × *T. dicoccum* avec *Triticium vulgare*. *Ann. Amélior. Plantes*, **2**, 175-188.

SIMONET M., 1952. Sur la méiose de quelques hybrides entre espèces tétraploïdes d'Iris. Hybrides entre *Pogoniris* nains et grands et leur recroisement avec *I. Chamaeiris*. *Ann. Amélior. Plantes*, **2**, 665-667.

SIMONET M., 1953. Étude cytologique de quelques hybrides d'Iris bulbeux. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **237**, 1544-1546.

SIMONET M., 1954. Étude cytogénétique de l'amphidiploïde *Aegilops ventricosa* × *Triticum dicoccoïdes*. 9^e *Intern. Congress of Genetics*, Bellagio, 1182-1184.

SIMONET M., 1955. Études cytogénétiques d'hybrides d'*Iris Pogoregelia*; croisements et recroisements nouveaux. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 633-637.

SIMONET M., 1956. Obtention d'hybrides intergénériques *Aegilotricum* (*Aegilops* × *Triticium*) amphidiploïdes. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **243**, 863-866.

SOLIGNAT G., 1958. Observations sur la biologie du Châtaignier. *Ann. Amélior. Plantes*, **8**, 31-58.

SOLIGNAT G., VENOT P., 1952. Multiplication végétative du Châtaignier. *C. R. Acad. Agric.*, **38**, 263-266.

SOUTY J., 1949. Les porte-greffes du pêcher et du prunier. *Bull. tech. Inform. Ingrs Serv. agric.*, **5**, 387-394.

SOUTY J., 1952. Recherche de variétés fruitières améliorées. Sélection parmi celles en culture, ou utilisation de nouveautés. *Congrès Pomologique*, 83^e session, 37-47.

Souty J., 1954. L'intérêt des sélection clonales dans les variétés fruitières. *Congrès Pomologique*, 85^e^ session, Annecy, 63-75.

Souty J., 1954. Les variétés de pêchers. *Journées fruit. et maraîch. d'Avignon*, 29-30 janvier, 57-70, D. S. A., Vaucluse, Avignon.

Souty J., Bernhard R., 1953. Les porte-greffes des arbres fruitiers à noyau. *Journées fruitières et maraîch. d'Avignon*, 30-31 janvier, 3-13, D. S. A., Vaucluse, Avignon.

Souty J., Bernhard R., Remy P., Sanfourche M^lle^ G., Thomas M., 1955. Station de Recherches viticoles et d'Arboriculture fruitière du Sud-Ouest. Travaux effectués pendant la période 1938-1953 par la section d'arboriculture. *Ann. Amélior. Plantes*, **5**, 121-236.

Tsvetoukhine V., 1952. Le sarrasin et ses possibilités d'amélioration. *Ann. Amélior. Plantes*. **2**, 99-115.

Tsvetoukhine V., 1960. Contribution à l'étude des variétés de Topinambour (*Helianthus tuberosus* L.). *Ann. Amélior. Plantes*, **10**, 275-308.

Vincent A., Ponchet J., Koller J., 1952. Recherche de variétés de blés tendres peu sensibles au piétin-verse ; résultats préliminaires. *Ann. Amélior. Plantes*, **2**, 459-472.

Vincent A., Pochard E., Gignoux J., 1954. Comportement aux stades plantule et adulte vis-à-vis d'une race physiologique de rouille noire, des descendances d'un géniteur résistant (Trisicum vulgare). *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 353-374.

Vinot M., Bouscary A., 1952. Étude sur l'amélioration de l'œillet pour la fleur coupée. *Rev. Hortic.*, **123**, 703-708.

Vinot M., Bouscary A., 1952. Résultats obtenus en culture d'œillets sur sable. *Rev. Hortic.*, **123**, 742-745.

Le Directeur-Gérant : M. L. Cagnac.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 12-5-1962.

Dépôt légal : 2^e^ trimestre 1962. N^o^ d'impression : 444.

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

VOLUME 12 1962 N° HORS SÉRIE

VARIÉTÉS DE FRAISIERS NON REMONTANTES INSCRITES AU CATALOGUE DES ESPÈCES ET VARIÉTÉS

LEUR DÉTERMINATION ET LEUR DESCRIPTION

par J.-O. BROSSIER

Station d'Amélioration des Plantes maraîchères,
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, Montfavet (Vaucluse)

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149 rue de Grenelle, Paris 7e.

VARIÉTÉS DE FRAISIERS NON REMONTANTES INSCRITES AU CATALOGUE DES ESPÈCES ET VARIÉTÉS. LEUR DÉTERMINATION ET LEUR DESCRIPTION

J. O. BROSSIER

Station d'Amélioration des Plantes maraîchères,
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, Montfavet (Vaucluse) (¹).

INTRODUCTION

En 1953, le Comité technique permanent de la Sélection entreprenait l'établissement du Catalogue Officiel des variétés de fraisiers cultivées en France, ce qui impliquait une étude descriptive de ces variétés. Cette étude, confiée à l'Institut national de la Recherche agronomique, a débuté en 1953 à la Station centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles et s'est poursuivie à la Station d'Amélioration des Plantes maraîchères de Montfavet à partir de 1959. Un certain nombre d'observations ont également été faites sur les collections de certains établissements privés de sélection que nous tenons à remercier ici.

La synthèse de toutes les observations effectuées durant 7 ans sur un certain nombre de variétés non remontantes est présentée ici.

Pour chacune des variétés décrites, nous avons essayé de rassembler, en tant que matériel d'étude, des lots de plusieurs origines et, si possible, un lot provenant directement de l'obtenteur. Nous avons ainsi initialement observé : 13 origines de la variété *Madame Moutot*, 11 de la variété *Surprise des Halles* et 9 de la variété *Vicomtesse Héricart de Thury*...

Un nombre relativement restreint de caractères morphologiques figurent sur les fiches descriptives : ce sont ceux qui se sont révélés les moins fluctuants au cours de nos études. En effet, beaucoup d'autres ont été observés, mais ils se sont révélés inutilisables pratiquement, car beaucoup trop variables selon l'état sanitaire, l'âge de la plante, le mode de culture ou le lieu d'observation. Pour une utilisation correcte de cette monographie, il faut toujours se souvenir que même les caractères qui y figurent ne sont pas constants, que les observations doivent être faites sur des plants d'état sanitaire relativement correct et sur plusieurs individus (une dizaine si possible).

Les caractères physiologiques sont malheureusement, souvent beaucoup plus fluctuants que les caractères morphologiques figurant dans cette monographie. Il

(¹) Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur R. MAYER qui m'a permis de réaliser cette monographie et à remercier Mademoiselle G. RISSER et Monsieur P. PECAUT pour les nombreux conseils et encouragements qu'ils n'ont cessé de me prodiguer au cours de ce travail.
Je n'oublierai pas non plus les précieux avis qui m'ont été donnés par Monsieur M. CLAUTRIER.

est important de noter que les appréciations portées sur le comportement physiologique des variétés concernent uniquement des plantes sans virus ; nous pensons, en effet, que dans un proche avenir, seuls ces plants seront cultivés.

Il est bien évident que cette monographie, limitée à un nombre restreint de variétés, ne permet pas l'identification certaine d'une variété. Des descriptions peuvent probablement s'appliquer à des variétés françaises ou étrangères que nous n'avons pas eu l'occasion d'observer. Elle doit néanmoins permettre de déceler un grand nombre d'erreurs de dénomination.

ÉTUDES DES CARACTÈRES

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

1° Époques de floraison et de maturité

Ces caractères, assez difficiles à définir et à juger, ont été appréciés par rapport aux trois variétés classiques suivantes : *Surprise des Halles* (très précoce), *Madame Moutot* (demi-tardive), *Tardive de Léopold* (très tardive).

Les époques de floraison et de maturité sont définies comme suit :

— époque de floraison : la moitié des plantes d'un lot présentent au moins une fleur épanouie ;

— époque de maturité : la moitié des plantes d'un lot ont donné un fruit mûr.

Rappelons que ces caractéristiques ont été étudiées sur des plantes sans virus.

2° Émission des stolons

La production des stolons est peut-être le phénomène le plus influencé par l'état sanitaire des plantes ; aussi, ici encore, il est nécessaire de préciser que les notations rapportées ont été effectuées sur des plantes sans virus.

Deux caractères ont été notés : la précocité d'émission des stolons, et leur abondance. Seul le second peut être utilisé pour la détermination d'une variété.

Les variétés se classent en trois grands groupes :

— émission des stolons très abondante (*Surprise des Halles*) ;

— émission des stolons moyennement abondante (*Madame Moutot*) ;

— émission des stolons très peu abondante (*Senga Sengana*).

3° Caractères particuliers

Dans ce paragraphe ont été notés divers caractères tels que : sensibilité à l'Oïdium, au Mycosphaerella, à la chlorose, aptitude à une plus ou moins bonne fécondation, abondance de floraison, etc,... lorsque ces particularités sont nettes et constantes pour une variété.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

1° Aspect général de la plante

Nous avons reporté dans ce paragraphe, le port et la compacité des plantes. Ces caractères sont parmi les plus variables, selon le sol, les modes de culture, et l'âge de la plante. Ils sont pratiquement inutilisables pour une détermination variétale.

Nous avons cependant établi trois classes pour chacun de ces caractères :

a) *Port :*

— port dressé (*Perle de Prague*) ;
— port étalé (*Souvenir de Nungesser*) ;
— port intermédiaire (*Madame Moutot*).

b) *Compacité :*

— plante touffue (*Ydun*) ;
— plante moyennement touffue (*Surprise des Halles*) ;
— plante peu touffue (*Tardive de Léopold*).

2° Caractères de la feuille

La feuille du fraisier est constituée d'un pétiole de longueur variable, portant à sa base deux stipules membraneuses souvent colorées, généralement terminé par trois folioles pétiolulées. Les folioles latérales étant plus ou moins dissymétriques par rapport à la nervure centrale, toutes nos observations relatives au limbe ont été effectuées sur la foliole centrale.

a) *Pétiole.*

Un grand nombre de ses caractères ont été étudiés, mais la plupart n'ont pas été retenus. C'est le cas notamment de la longueur et de la grosseur des pétioles et pétiolules ainsi que de la présence ou l'absence de cannelure .Ces particularités se sont révélées beaucoup trop variables d'une année à l'autre et parfois même d'une plante à l'autre pour pouvoir être utilisées dans une monographie.

Par contre, nous avons précisé pour chaque variété :

L'importance de la pilosité. — Bien qu'assez imprécis, ce caractère peut permettre de différencier deux variétés l'une de l'autre. Son observation doit être faite sur des feuilles n'ayant pas encore atteint le stade adulte. Trois groupes ont été constitués :

— pilosité forte (*Madame Moutot*) ;
— pilosité moyenne (*Surprise des Halles*) ;
— pilosité faible (*Hâtive de Caen*).

La position des poils. — Ce caractère est un élément d'information important. Il est cependant nécessaire de préciser que son observation doit se faire sur des

pétioles de feuilles d'âge moyen, assez écartés les uns des autres sur la plante, les frottements modifiant souvent la position initiale de la pubescence. Nous appellerons :

— poils dressés : les poils relevés en direction des folioles (*Muscade*) ;
— poils horizontaux : les poils perpendiculaires au pétiole (*Surprise des Halles*) ;
— poils abaissés : les poils abaissés vers les stipules (*Ydun*).

La présence ou l'absence de pigmentation du pétiole bien que fortement influencée par divers facteurs (sécheresse, froid...) est caractéristique de certaines variétés ; aussi avons-nous cru utile de la mentionner parfois sous la rubrique « caractères particuliers ».

b) *Limbe.*

Les moins fluctuants des caractères étudiés sont les suivants :

La couleur. — Ce caractère n'est guère utilisable qu'au sein d'une collection, son appréciation, sauf dans des cas extrêmes n'étant que relative. Il s'agit ici de la couleur des feuilles adultes, les jeunes feuilles étant généralement plus claires. Nos observations nous ont permis de faire quatre groupes :

— vert clair (*Précoce Musquée*) ;
— vert moyen (*Surprise des Halles*) ;
— vert sombre (*Fertilité*) ;
— vert bleuté (*Général Leclerc*).

Le brillant. — Comme la couleur, c'est un caractère souvent difficile à apprécier. On peut classer les variétés en trois grands groupes :

— variétés à feuilles très brillantes (*Perle de Prague*) ;
— variétés à feuilles moyennement brillantes (*Surprise des Halles*) ;
— variétés à feuilles mates (*Royal Sovereign*).

Le rapport longueur/largeur. — La longueur et la largeur des folioles sont des caractères qui varient fortement ; par contre leur rapport est assez constant et fournit un élément d'information très important pour l'identification d'une variété.

Ce rapport est celui de la longueur du limbe (à partir de son insertion sur le pétiolule) à la plus grande largeur mesurée perpendiculairement à la nervure centrale.

L'utilisation de cette donnée nous a permis la classification ci-dessous :

— foliole aussi longue que large : rapport compris entre 0,95 et 1,05 (*Temple*) ;

— foliole légèrement plus longue que large : rapport compris entre 1,05 et 1,20 (*Madame Moutot*) ;

— foliole plus longue que large : rapport compris entre 1,20 et 1,30 (*Vicomtesse Héricart de Thury*) ;

— foliole beaucoup plus longue que large : rapport supérieur à 1,30 (*Perle de Prague*).

Nous croyons utile de rappeler que la plupart des observations et plus particulièrement celles ayant trait à ce rapport, correspondent à une moyenne effectuée sur dix individus.

L'angle de la base. — Autre caractère important, cet angle est formé par les deux droites joignant le point d'insertion du limbe sur le pétiolule à la pointe de la

première dent de chacune des moitiés droite et gauche de la foliole. Il varie de 60° à plus de 120°. Trois groupes ont été constitués pour être utilisés dans la détermination variétale :

— angle de 60° à 90° (*Surprise des Halles*) ;
— angle de 90° à 120° (*Madame Moutot*) ;
— angle de plus de 120° (*Madame Lefebvre*).

La forme de la base. — Les bords inférieurs de la foliole peuvent être rectilignes et former un V (*Surprise des Halles*) ou au contraire être bien arrondis et former un U (*Madame Moutot*). Ils peuvent également avoir une forme intermédiaire (*Ville de Paris*).

La pilosité de la face supérieure. — Des différences sensibles existent d'une variété à l'autre pour ce caractère, aussi est-il possible de classer les variétés en trois groupes :

— pilosité faible ou nulle (*Huxley*) ;
— pilosité moyenne (*Surprise des Halles*) ;
— pilosité abondante (*Ydun*).

La forme générale de la foliole. — On a distingué ici trois types de forme :
— foliole en cuillère : les bords de la foliole sont redressés et forment une coupe (*Reine des Précoces*) ; (fig. 2).
— foliole en gouttière : les bords du limbe sont redressés sauf à l'extrémité de la foliole qui a ainsi l'allure d'une gouttière (*Régina*) ; (fig. 3).
— foliole plane : les bords de la foliole ne sont pas redressés (*Surprise des Halles*). (fig. 1).

La distinction entre ces trois types est malheureusement rendue difficile par la présence d'Oïdium. Une des premières conséquences de l'attaque de ce cryptogame sur feuille est en effet un enroulement des bords des folioles.

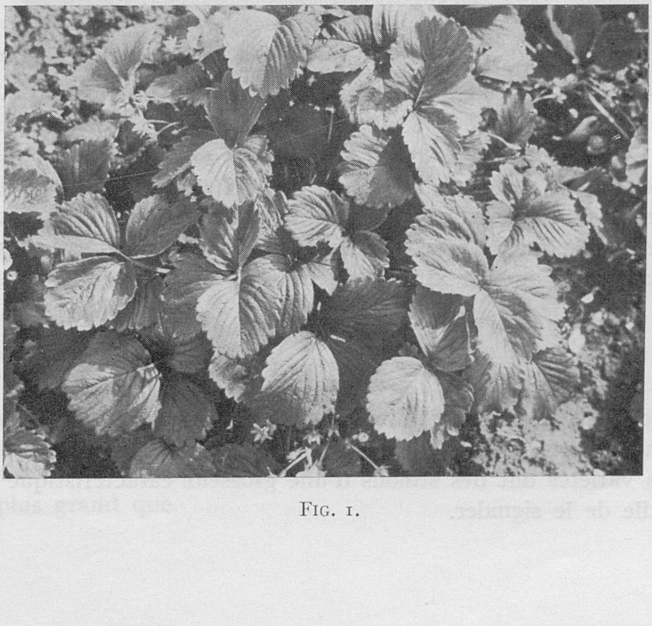


FIG. 1.

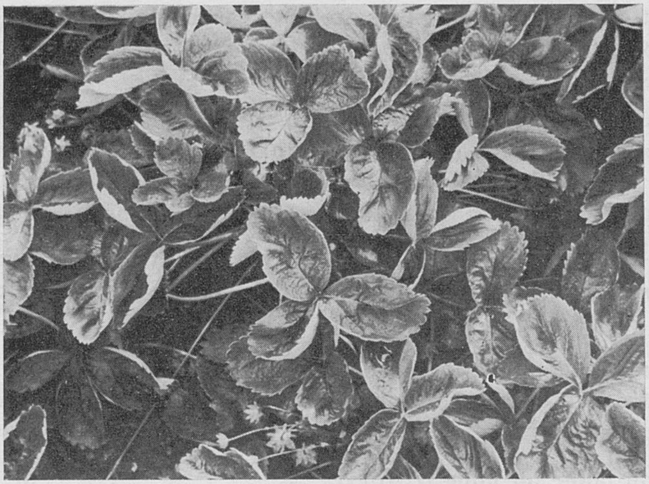


Fig. 2.



Fig. 3.

c) *Caractères particuliers.*

En dehors des caractéristiques propres à certaines variétés concernant la pigmentation du pétiole, on a parfois précisé ici quelques caractères complémentaires nets et constants tels que : texture du feuillage, intensité de la nervation, forme des dents...

3° Caractère des stolons

Seule la couleur a fait l'objet d'une notation systématique. Nous avons précisé si elle était homogène ou variable suivant l'insolation.

Quelques variétés ont des stolons d'une grosseur caractéristique ; nous avons donc jugé utile de le signaler.

4° Caractères de la fleur

Les fleurs du fraisier sont portées par des hampes, de longueur variable, dont les caractères ne nous ont pas semblé suffisamment précis pour être retenus. Ces inflorescences sont des cymes de type bipare. Sur ces cymes nous avons observé séparément les fleurs terminales et les autres fleurs. Les premières ont été dénommées « fleurs aînées » et les secondes « fleurs cadettes ». Les caractéristiques des unes et des autres ne sont pas toujours identiques, cette particularité pouvant être un caractère de distinction intéressant. Sauf pour le nombre de pétales que nous avons noté séparément pour les fleurs aînées et les fleurs cadettes, tous les autres caractères ont été notés exclusivement sur les fleurs cadettes.

Les photos jointes à ce texte représentent toujours une fleur cadette typique. On peut y repérer tous les caractères définis ci-dessous.

Étamines. — La présence ou l'absence d'étamines ont été signalées.

Nombre de pétales des fleurs aînées et des fleurs cadettes. — Théoriquement, les fleurs de fraisiers possèdent 5 pétales ; en réalité ce nombre est rarement observé, surtout chez les fleurs aînées. Le nombre de pétales est assez variable, même sur une seule plante. Il est généralement nettement plus élevé chez les fleurs aînées que chez les fleurs cadettes. Nous avons donc, dans les deux cas, indiqué hors parenthèses les limites de la variation et entre parenthèses le nombre rencontré le plus fréquemment.

Rapport longueur/largeur des pétales. — Ce rapport est très variable au cours de la saison, il est possible malgré tout de classer les variétés en quatre grands groupes, en se fiant à la moyenne d'un grand nombre d'observations. On a ainsi :

— plus large que long (rapport compris entre 0,85 et 0,95) (*Madame Moutot*) ;

— aussi long que large (rapport compris entre 0,95 et 1,05) (*Surprise des Halles*) ;

— plus long que large (rapport compris entre 1,05 et 1,15) (*Régal*) ;

— beaucoup plus long que large (rapport supérieur à 1,15) (*Perle de Prague*).

Angle de base du pétale. — On peut distinguer trois types d'angle :

— angle aigu (*Perle de Prague*) ;

— angle obtus (*Madame Moutot*) ;

— angle plat ou presque plat (*Ville de Caen*).

Grandeur respective des pièces florales. — Dans la fleur de fraisier on trouve sous la corolle deux séries de pièces florales :

— le calice formé par les sépales, alternant avec les pétales ;

— le calicule, qui s'insère au-dessous du calice, formé par des sépalules alternant avec les sépales.

Les abréviations utilisées pour indiquer les grandeurs respectives des pièces florales sont les suivantes :

s = sépalules.

S = sépales.

P = pétales.

$<$ = plus petit que.

$\leqslant$ = plus petit ou égal à.

$\ll$ = nettement plus petit que.

$>$ = plus grand que.

Ainsi : s $<$ S $\geqslant$ P doit se lire : Sépalules plus courts que les Sépales ; Sépales plus grands ou de même longueur que les Pétales.

Position des poils sur le pédoncule. — Ce caractère peut être observé sur les fleurs et sur les fruits ; il semble assez constant. Trois classes ont été constituées :

— position appliquée (poils appliqués sur le pédoncule) (*Surprise des Halles*) ;
— position perpendiculaire (poils perpendiculaires au pédoncule) (*Hercule*) ;
— position intermédiaire (*Reine des Précoces*).

Position des fleurs par rapport au feuillage. — Trois groupes ont été constitués à partir de ce caractère très variable ; seules les deux catégories extrêmes sont nettes :

— fleurs au-dessus du feuillage (*Perle de Prague*) ;
— fleurs au niveau du feuillage (*Hâtive de Caen*) ;
— fleurs sous le feuillage (*Senga Sengana*).

Caractères particuliers. — On a précisé dans cette rubrique certains caractères constants propres à certaines variétés tels que : grandeur ou forme de la fleur, longueur du calice, chevauchement des pétales, etc.

CARACTÈRES DU FRUIT

Nous rappellerons que les caractères observés dans ce chapitre sont en fait ceux du réceptacle qui s'est développé, à la suite de la fécondation des ovules, pour former « la fraise ». Les véritables fruits sont en réalité les akènes, souvent nommés, à tort, les « graines ».

Grosseur.

La grosseur des fruits varient beaucoup selon les conditions climatiques et culturales. Chez certaines variétés on observe en outre une variation systématique au cours de la saison. Deux observations sont reportées :

1° une appréciation moyenne faite sur l'ensemble de la récolte ;
2° une indication de l'homogénéité du calibre tout au long de la récolte.

Forme générale.

La forme du fruit est souvent difficile à définir du fait de sa grande variation et surtout de son éloignement des formes géométriques classiques. Nous n'avons donc rédigé qu'une description très sommaire, la photographie jointe au texte nous semblant plus explicite que tout texte écrit.

Comme pour les fleurs, nous avons distingué : les fruits aînés et les fruits cadets qui correspondent aux fleurs aînées et aux fleurs cadettes.

Nous avons tout d'abord précisé la plus ou moins grande similitude de forme existant entre fruits aînés et cadets, puis nous avons décrit brièvement les fruits en utilisant des termes aussi simples que possible. Nous pensons toutefois qu'il est nécessaire de préciser la signification des termes suivants :

— fruit méplat : fruit dont deux diamètres perpendiculaires d'une coupe transversale sont de longueur nettement différente,
— sommet : l'extrémité du fruit opposée au calice,
— base : l'extrémité du fruit située sous le calice.

Couleur externe — couleur de la chair — couleur de la mèche.

Ces couleurs sont très variables suivant la plus ou moins grande maturité du fruit. Nous avons essayé de les observer au stade optimum de maturité.

Pour la couleur externe, nous avons précisé si la teinte est homogène sur tout le fruit (*Wädenswil 1*) ou si, au contraire, face ensoleillée et face opposée sont de teintes différentes (*Précoce musquée*).

Dans la partie interne du fruit, nous avons distingué d'une part, la couleur de la chair, d'autre part, celle de la mèche qui est cette petite masse de tissus fibreux située dans le prolongement du pédoncule.

Position des akènes.

Ce caractère, généralement assez net, peut être pourtant fortement modifié par divers facteurs : mauvaise fécondation... et surtout attaque d'Oïdium ; aussi devra-t-il être observé sur des fruits sains et bien fécondés. Trois groupes ont pu être constitués suivant l'implantation des akènes sur l'épiderme :

— akènes en saillie : (*Royal Sovereign*) ;
— akènes affleurants : (*Surprise des Halles*) ;
— akènes enfoncés : (*Muscade*).

Position des sépales.

Calice et calicule peuvent prendre trois positions assez bien définies ; ils peuvent être, soit plus ou moins dressés (*Wädenswil 1*) soit tangents à la base du fruit (*Madame Lefebvre*), soit abaissés, dirigés vers le sommet du fruit (*Fertilité*). Dans ce dernier cas, ils peuvent être appliqués ou non sur le fruit. Chez certaines variétés, l'extrémité des sépales et sépalules est redressée (*Muscade*).

Zone sans akène.

Chez certaines variétés, les fruits présentent des akènes jusqu'au point d'insertion du pédoncule sur le réceptacle (*Surprise des Halles*). Chez d'autres, on remarque une couronne dépourvue d'akènes autour du pédoncule (*Hâtive de Caen, Pocahontas*).

Ce caractère, assez variable sur les fruits aînés est assez constant sur les cadets ; c'est sur eux seuls qu'ont porté nos observations.

Brillant du fruit.

Il s'agit là d'un caractère important pour la commercialisation. Son appréciation est assez difficile. Il est possible cependant de classer les variétés en trois groupes :

— brillant ou très brillant (*Ma Préférée*) ;
— moyennement brillant (*Madame Moutot*) ;
— peu brillant (*Temple*).

Qualité gustative de la chair.

La notion de qualité est assez mal définie et varie suivant les dégustateurs, aussi n'avons-nous pas porté de jugement, mais simplement précisé si le fruit était sucré, juteux, parfumé ou acidulé. Nous avons également apprécié la texture de la chair.

Résistance au transport.

Ce caractère a été apprécié en fonction des notations faites sur nos collections et des observations des cultivateurs.

Caractères particuliers.

Dans ce paragraphe a été noté la plus ou moins grande facilité avec laquelle le pédoncule se détache du fruit. En fait, ce caractère est difficile à juger car il varie beaucoup selon le degré et l'époque de maturité du fruit.

IMPORTANCE, INTÉRÊT

Nous avons essayé dans ce court chapitre de préciser l'importance actuelle de la variété et d'émettre un jugement sur son intérêt cultural. Il est bien entendu que ce jugement ne concerne que des lots garantis sans virus qui, nous l'espérons, seront les seuls à être cultivés dans un proche avenir.

LISTE ALPHABÉTIQUE DES VARIÉTÉS DÉCRITES

	Date d'inscription au Catalogue
Auchincruive Climax	18-7-59
Belle Bourguignonne	18-7-59
Cambridge Favourite	18-7-59
Délicieuse	18-7-59
Docteur Morère	18-7-59
Early Cambridge	17-11-60
Empereur Nicolas	18-7-59
Fertilité	18-7-59
Général de Gaulle	18-7-59
Général Leclerc	18-7-59
Hâtive de Caen	18-7-59
Hercule	18-7-59
Huxley	18-7-59
Indra	18-7-59
Inga	18-7-59
Ladette	18-7-59
La Messagère	18-7-59
Louis Gauthier	18-7-59
Madame J. Leroy-Ladurie	18-7-59
Madame Lefebvre	18-7-59
Madame Moutot	18-7-59
Ma Préférée	18-7-59
Merton Princess	18-7-59
Muscade	18-7-59
Perle de Prague	18-7-59
Pocahontas	17-11-60
Précoce Musquée	18-7-59
Régal	18-7-59
Régina	18-7-59
Reine des Précoces	18-7-59
Reine Louise	18-7-59
Robinson	18-7-59
Royal Sovereign	18-7-59
Royale du Vaucluse	17-11-60
Sannier	17-11-60
Sénateur Boissel	18-7-59
Senga Sengana	18-7-59
Souvenir de Charles Machiroux	18-7-59
Souvenir de Nungesser	18-7-59
Sparkle	17-11-60
Surprise des Halles	18-7-59
Surprise du Vaucluse	17-11-60
Talisman	18-7-59
Tardive de Léopold	18-7-59
Temple	18-7-59
Vicomtesse Héricart de Thury	18-7-59
Ville de Caen	18-7-59
Ville de Paris	18-7-59
Voltaire	17-11-60
Wädenswil 1	18-7-59
Wädenswil 3	18-7-59
Wädenswil 4	18-7-59
Ydun	18-7-59

« A »

TABLEAU
DE
DÉTERMINATION

CARACTÈRES DE LA FEUILLE

ANGLE DE BASE DU LIMBE DE 60° A 90°

RAPPORT L/l DE LA FOLIOLE ENTRE 0,95 ET 1,05

— base en V .. *Cambridge Favourite*

RAPPORT L/l DE LA FOLIOLE ENTRE 1,05 ET 1,20

— base en V .. *Cambridge Favourite*
Talisman
Voltaire

— base en U .. *Voltaire*
Reine des Précoces
Talisman

RAPPORT L/l DE LA FOLIOLE ENTRE 1,20 ET 1,30

— *pilosité de la face supérieure nulle ou faible*

— base en V .. *Indra*
Inga
Ladette
Régal
S^ir de Nungesser
Talisman

— base en U .. *Reine des Précoces*
S^ir de Nungesser
Talisman

— *pilosité de la face supérieure moyenne*

— base en V .. *Ladette*
La Messagère
Régal
Robinson
S^ir de Nungesser
Surprise des Halles
Surprise du Vaucluse
V^esse Héricart de Thury

— base en U .. *La Messagère*
S^ir de Nungesser

— *pilosité de la face supérieure abondante*

— base en V .. *La Messagère*
M^me J. Leroy-Ladurie
Reine Louise
Robinson
Sannier
Surprise du Vaucluse

— base en U .. *La Messagère*
M^me J. Leroy-Ladurie

RAPPORT L/l DE LA FOLIOLE SUPÉRIEUR A 1,30

— *pilosité de la face supérieure nulle ou faible*

— base en V .. *Hâtive de Caen*
Indra
Inga
Perle de Prague
Sénateur Boissel
S^ir de Nungesser

— base en U .. *Sénateur Boissel*
Sir de Nungesser

— *pilosité de la face supérieure moyenne*

— base en V .. *Hâtive de Caen*
La Messagère
Régina
Robinson
Sir de Nungesser
Surprise des Halles
Surprise du Vaucluse

— base en U .. *La Messagère*
Sir de Nungesser

— *pilosité de la face supérieure abondante*

— base en V .. *La Messagère*
Mme J. Leroy-Ladurie
Régina
Reine Louise
Robinson
Sannier
Surprise du Vaucluse

— base en U .. *La Messagère*
Mme J. Leroy-Ladurie

ANGLE DE BASE DU LIMBE DE 90° A 120°

Rapport L/l de la foliole entre 0,95 et 1,05

— *pilosité de la face supérieure nulle ou faible*

— base en V .. *Empereur Nicolas*
Merton Princess
Sparkle

— base en U .. *Docteur Morère*
Merton Princess
Sparkle
Ville de Caen

— *pilosité de la face supérieure moyenne* .. *Cambridge Favourite*
Sparkle

Rapport L/l de la foliole entre 1,05 et 1,20

— *pilosité de la face supérieure nulle ou faible*

— base en V .. *Hercule*
Royale du Vaucluse
Sir de Ch. Machiroux
Sparkle
Talisman
Tardive de Léopold
Ville de Paris
Voltaire

— base en U .. *Hercule*
Huxley
Louis Gauthier
Madame Moutot
Muscade
Précoce Musquée

	Reine des Précoces
	Royal Sovereign
	Royale du Vaucluse
	S ir de Ch. Machiroux
	Sparkle
	Talisman
	Ville de Caen
	Ville de Paris
	Voltaire
— *pilosité de la face supérieure moyenne*	
— base en V ..	*Auchincruive Climax*
	Belle Bourguignonne
	Cambridge Favourite
	Général de Gaulle
	Hercule
	Pocahontas
	Senga Sengana
	Sparkle
	Ville de Paris
— base en U ..	*Délicieuse*
	Fertilité
	Général de Gaulle
	Hercule
	Louis Gauthier
	Senga Sengana
	Sparkle
	Ville de Paris
— *pilosité de la face supérieure abondante*	
— base en V ..	*Général de Gaulle*
	Ma Préférée
	Pocahontas
	Ydun
— base en U ..	*Général de Gaulle*
	Général Leclerc
	Ma Préférée
	Ydun

Rapport L/l de la foliole entre 1,20 et 1,30

— *pilosité de la face supérieure nulle ou faible*	
— base en V ..	*Régal*
	Royale du Vaucluse
	Talisman
	Wädenswil 3
— base en U ..	*Huxley*
	Reine des Précoces
	Royale du Vaucluse
	Talisman
	Wädenswil 3
— *pilosité de la face supérieure moyenne*	
— base en V ..	*Auchincruive Climax*
	Early Cambridge
	Général de Gaulle
	La Messagère
	Régal
	Surprise du Vaucluse
— base en U ..	*Early Cambridge*
	Général de Gaulle
	La Messagère

— *pilosité de la face supérieure abondante*

— base en V .. *Early Cambridge*
Général de Gaulle
La Messagère
M^{me} J. Leroy-Ladurie
Sannier
Surprise du Vaucluse
Wädenswil 1
Ydun

— base en U .. *Early Cambridge*
Général de Gaulle
La Messagère
M^{me} J. Leroy-Ladurie
Wädenswil 1
Ydun

Rapport L/l de la foliole supérieur a 1,30

—*pilosité de la face supérieure moyenne ou abondante*

— base en V .. *La Messagère*
M^{me} J. Leroy-Ladurie
Régina
Sannier
Surprise du Vaucluse

— base en U .. *La Messagère*
M^{me} J. Leroy-Ladurie

ANGLE DE BASE DU LIMBE DE PLUS DE 120°

Rapport L/l de la foliole entre 0,95 et 1,05

— *pilosité de la face supérieure nulle ou faible*

— base en V .. *Merton Princess*
— base en U .. *Merton Princess*
Temple

— *pilosité de la face supérieure moyenne*

— base en U .. *Madame Lefebvre*
Temple
Wädenswil 4

— *pilosité de la face supérieure abondante*

— base en U .. *Madame Lefebvre*
Wädenswil 4

Rapport L/l de la foliole entre 1,05 et 1,20

— base en U .. *Madame Lefebvre*

"B"

TABLEAU
DE
DÉTERMINATION

CARACTÈRES :

— DE LA FEUILLE,
— DE LA FLEUR,
— DU FRUIT.

RÉSUMÉ DU TABLEAU DE DÉTERMINATION "B"

ANGLE DE BASE DU LIMBE DE 60° A 90° — Pages

A) *Rapport L/l de la foliole entre 0,95 et 1,05*
a) Base en V 24

B) *Rapport L/l de la foliole entre 1,05 et 1,20*
a) Base en V 24
b) Base en U 24

C) *Rapport L/l de la foliole entre 1,20 et 1,30*
I. *Pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible* 24
a) Base en V 24
b) Base en U 25
II. *Pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne* 25
a) Base en V 25
b) Base en U 25
III. *Pilosité de la face supérieure de la foliole abondante* 25
a) Base en V 25
b) Base en U 25

D) *Rapport L/l de la foliole supérieur à 1,30*
I. *Pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible* 26
a) Base en V 26
b) Base en U 26
II. *Pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne* 26
a) Base en V 26
b) Base en U 26
III. *Pilosité de la face supérieure de la foliole abondante* 26
a) Base en V 26
b) Base en U 27

ANGLE DE BASE DU LIMBE DE 90° A 120°

A) *Rapport L/l de la foliole entre 0,95 et 1,05*
I. *Pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible* 27
a) Base en V 27
b) Base en U 27
II. *Pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne* 27

B) *Rapport L/l de la foliole entre 1,05 et 1,20*
I. *Pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible* 27
a) Base en V 27
b) Base en U 28
II. *Pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne* 29
a) Base en V 29
b) Base en U 29
III. *Pilosité de la face supérieure de la foliole abondante* 29
a) Base en V 29
b) Base en U 30

C) *Rapport L/l de la foliole entre 1,20 et 1,30*
I. *Pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible* 30
a) Base en V 30
b) Base en U 30
II. *Pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne* 30
a) Base en V 30
b) Base en U 31
III. *Pilosité de la face supérieure de la foliole abondante* 31
a) Base en V 31
b) Base en U 31

D) *Rapport L/l de la foliole supérieur à 1,30*
a) Base en V 32
b) Base en U 32

Angle de base du limbe supérieur a 120°

A) *Rapport L/l de la foliole entre 0,95 et 1,05*
I. *Pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible* 32
a) Base en V 32
b) Base en U 32
II. *Pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne* 32
III. *Pilosité de la face supérieure de la foliole abondante* 32

B) *Rapport L/l de la foliole entre 1,05 et 1,20* 32

ANGLE DE BASE DU LIMBE DE 60° A 90°

Rapport L/l de la foliole entre 0,95 et 1,05

— base en V .. *Cambridge Favourite*

Rapport L/l de la foliole entre 1,05 et 1,20

— base en V.
— pétale aussi long que large, angle de base du pétale obtus ou plat.
— fruits aînés et cadets de forme identique, aussi hauts que larges .. *Cambridge Favourite*
— fruits aînés et cadets de forme différente, fruit cadet plus large que haut .. *Voltaire*
— pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu .. *Talisman*
— base en U.
— pétale aussi long que large.
— angle de base du pétale obtus, akènes en creux, fruits aînés et cadets de forme identique *Reine des Précoces*
— angle de base du pétale plat ou presque plat, akènes affleurants, fruits aînés et cadets de forme différente *Voltaire*
— pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu .. *Talisman*

Rapport L/l de la foliole entre 1,20 et 1,30

— *pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible.*

— base en V.
— fleur sans étamine, pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu .. *S*[ir] *de Nungesser*
— fleur avec étamines.
— pétale aussi long que large, angle de base du pétale obtus, fruit cadet plus haut que large *Ladette*
— pétale plus long que large, angle de base du pétale obtus.
— akènes en creux, poils du pédoncule appliqués *Inga*
— akènes affleurants ou en saillie.
— fruit cadet rouge vif, un peu plus haut que large, chair rose orangé, poils du pédoncule perpendiculaires .. *Indra*
— fruit cadet rouge sombre, un peu plus large que haut, chair rouge sang, poils du pédoncule intermédiaire *Régal*
— pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu .. *Talisman*

— base en U.
— fleur sans étamine, pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu .. *S*[ir] *de Nungesser*

— fleur avec étamines.
— pétale aussi long que large, angle de base du pétale obtus *Reine des Précoces*
— pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu ... *Talisman*

— *pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne.*

— base en V.
— fleur sans étamine, pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu................................... *S^ir^ de Nungesser*
— fleur avec étamines.
— pétale aussi long que large.
— angle de base du pétale obtus.
— fruit cadet aussi haut que large.
— calice et calicule le plus souvent appliqués sur le fruit .. *V^esse^ Héricart de Thury*
— calice tangent au fruit ou légèrement abaissé, calicule tangent ou légèrement dressé......... *Surprise du Vaucluse*
— fruit cadet plus haut que large.
— fruit cadet non bosselé à sommet assez pointu, poils du pédoncule intermédiaire *Robinson*
— fruit cadet bosselé à sommet plus ou moins arrondi, poils du pédoncule appliqués.
— fruit brillant, chair assez molle *La Messagère*
— fruit moyennement brillant, chair ferme ... *Ladette*
— angle de base du pétale plat ou presque plat.
— fleurs cadettes le plus souvent à 6 pétales, port dressé. *Surprise des Halles*
— fleurs cadettes le plus souvent à 5 pétales, port assez étalé .. *Surprise du Vaucluse*
(*voir* fiches descriptives)
— pétale plus long que large, angle de base du pétale obtus *Régal*

— base en U.
— fleur sans étamine, pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu................................... *S^ir^ de Nungesser*
— fleur avec étamines, pétale aussi long que large, angle de base du pétale obtus .. *La Messagère*

— *pilosité de la face supérieure de la foliole abondante.*

— base en V.
— pétale plus large que long, angle de base du pétale obtus.. *Reine Louise*
— pétale aussi long que large.
— angle de base du pétale aigu.
— akènes en creux, fruit rouge *Sannier*
— akènes légèrement en saillie, fruit orangé clair...... *M^me^ J. Leroy-Ladurie*
— angle de base du pétale obtus.
— fruit orangé clair *M^me^ J. Leroy-Ladurie*
— fruit rouge.
— fruit cadet aussi haut que large *Surprise du Vaucluse*
— fruit cadet plus haut que large.
— fruit cadet non bosselé à sommet assez pointu, poils du pédoncule intermédiaire............. *Robinson*
— fruit cadet bosselé à sommet plus ou moins arrondi, poils du pédoncule appliqués *La Messagère*
— angle de base du pétale plat ou presque plat *Surprise du Vaucluse*
— pétale plus long que large.
— akènes en creux, fruit rouge *Sannier*
— akènes légèrement en saillie, fruit orangé clair *M^me^ J. Leroy-Ladurie*

— base en U.
— fruit orangé clair, feuillage assez mat *M^me^ J. Leroy-Ladurie*
— fruit rouge, feuillage assez brillant *La Messagère*

Rapport L/l de la foliole supérieur a 1,30

— *pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible.*

— base en V.
 — fleur sans étamine, pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu *S^ir de Nungesser*
 — fleur avec étamines.
 — pétale plus large que long, akènes en creux *Hâtive de Caen*
 — pétale plus long que large, angle de base du pétale obtus.
 — akènes en creux, poils du pédoncule appliqués *Inga*
 — akènes en saillie, poils du pédoncule perpendiculaires
 — fleurs aînées le plus souvent à 5 pétales, fruit plus haut que large *Sénateur Boissel*
 — fleurs aînées le plus souvent à 7 pétales, fruit à peu près aussi haut que large *Indra*
 — pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu *Perle de Prague*

— base en U.
 — fleur sans étamine, pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu *S^ir de Nungesser*
 — fleur avec étamines, pétale plus long que large, angle de base du pétale obtus *Sénateur Boissel*

— *pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne.*

— base en V.
 — fleur sans étamine, pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu *S^ir de Nungesser*
 — fleur avec étamines.
 — pétale plus large que long, akènes en creux *Hâtive de Caen*
 — pétale aussi long que large.
 — angle de base du pétale obtus.
 — fruit cadet aussi haut que large *Surprise du Vaucluse*
 — fruit cadet plus haut que large.
 — fruit cadet non bosselé, à sommet assez pointu.
 — fruit cadet à base plane, stolons rarement colorés *Robinson*
 — fruit cadet à base arrondie, stolons assez colorés *Régina*
 — fruit cadet bosselé, à sommet plus ou moins arrondi *La Messagère*
 — angle de base du pétale plat ou presque plat.
 — fleurs cadettes, le plus souvent à 6 pétales, port dressé *Surprise des Halles*
 — fleurs cadettes le plus souvent à 5 pétales, port assez étalé *Surprise du Vaucluse*
 (*voir* fiches descriptives).

— base en U.
 — fleur sans étamine, pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu *S^ir de Nungesser*
 — fleur avec étamines, pétale aussi long que large, angle de base du pétale obtus *La Messagère*

— *pilosité de la face supérieure de la foliole abondante.*

— base en V.
 — pétale plus large que long, angle de base du pétale obtus, poils du pédoncule perpendiculaires *Reine Louise*
 — pétale aussi long que large.
 — angle de base du pétale aigu.
 — akènes en creux, fruit rouge *Sannier*
 — akènes légèrement en saillie, fruit orangé clair *M^me J. Leroy-Ladurie*
 — angle de base du pétale obtus.
 — fruit orangé clair *M^me J. Leroy-Ladurie*

— fruit rouge.
— fruit cadet aussi haut que large *Surprise du Vaucluse*
— fruit cadet plus haut que large.
— fruit cadet non bosselé, à sommet assez pointu.
— fruit cadet à base plane, stolons rarement colorés.. *Robinson*
— fruit cadet à base arrondie, stolons assez colorés .. *Régina*
— fruit cadet bosselé à sommet plus ou moins arrondi .. *La Messagère*
— angle de base du pétale plat ou presque plat *Surprise du Vaucluse*
— pétale plus long que large.
— angle de base du pétale aigu.
— akènes en creux, fruit rouge *Sannier*
— akènes légèrement en saillie, fruit orangé clair......... *M^me^ J. Leroy-Ladurie*
— angle de base du pétale obtus *M^me^ J. Leroy-Ladurie*

— base en U.
— fruit orangé clair, feuillage assez mat *M^me^ J. Leroy-Ladurie*
— fruit rouge, feuillage assez brillant *La Messagère*

ANGLE DE BASE DU LIMBE DE 90° A 120°

RAPPORT L/l DE LA FOLIOLE ENTRE 0,95 ET 1,05

— *pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible.*
— base en V.
— pétale plus large que long.
— fruit à chair blanche.. *Empereur Nicolas*
— fruit à chair rouge sang.................................... *Sparkle*
— pétale aussi long que large.
— fruit cadet rouge orangé, à base bien arrondie, calice et calicule abaissés .. *Merton Princess*
— fruit cadet rouge sang, à base plane, calice et calicule tangents ou dressés.. *Sparkle*

— base en U.
— pétale beaucoup plus large que long, fruit à base assez arrondie *Ville de Caen*
— pétale plus large que long, fruit à base plane............. *Sparkle*
— pétale aussi long que large.
— akènes en creux, fruit à base plane et à chair rose orangé *Docteur Morère*
— akènes affleurants ou légèrement en saillie.
— fruit cadet rouge orangé, à base bien arrondie, calice et calicule abaissés .. *Merton Princess*
— fruit cadet rouge sang, à base plane, calice et calicule tangents ou dressés .. *Sparkle*

— *pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne.*
— fruits aînés et cadets de forme différente, rouge sang à rouge sombre. *Sparkle*
— fruits aînés et cadets de forme identique, rouge orangé.......... *Cambridge Favourite*

RAPPORT L/l DE LA FOLIOLE ENTRE 1,05 ET 1,20

— *pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible.*
— base en V.
— fleur sans étamine, angle de base du pétale obtus, poils du pédoncule perpendiculaires.. *Tardive de Léopold*
— fleur avec étamines.
— pétale plus large que long.
— fruit à chair rose, fleurs aînées le plus souvent à 5-6 pétales .. *Royale du Vaucluse*

— fruit à chair rouge sang, fleurs aînées le plus souvent à 7-8 pétales.
— fruit cadet subglobuleux, légèrement plus large que haut .. *Hercule*
— fruit cadet conique, aussi haut que large *Sparkle*
— pétale aussi long que large.
— angle de base du pétale obtus.
— fruits aînés et cadets de forme identique *Ville de Paris*
— fruits aînés et cadets de forme différente *Sparkle*
— angle de base du pétale plat ou presque plat.
— fruit cadet à base bien arrondie *S*ir *de Ch. Machiroux*
— fruit cadet à base plane.
— fleurs cadettes le plus souvent à 5 pétales, fruit à chair rouge sang *Sparkle*
— fleurs cadettes le plus souvent à 6 pétales, fruit à chair rouge orangé.......................... *Voltaire*
— pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu.. *Talisman*

— base en U.
— pétale plus large que long.
— angle de base du pétale obtus.
— fruit cadet subglobuleux, à chair rose orangé *Madame Moutot*
— fruit cadet conique, à chair rouge sang *Sparkle*
— angle de base du pétale plat ou presque plat.
— akènes en creux .. *Huxley*
— akènes affleurants ou en saillie.
— fruit à chair rose, fleurs aînées le plus souvent à 5-6 pétales .. *Royale du Vaucluse*
— fruit à chair rouge vif ou rouge sang.
— fruit cadet à base assez arrondie, pétale beaucoup plus large que long *Ville de Caen*
— fruit cadet à base plane.
— fruit cadet subglobuleux, légèrement plus large que haut *Hercule*
— fruit cadet conique, aussi haut que large *Sparkle*
— pétale aussi long que large.
— angle de base du pétale obtus.
— fruit rose pâle, à chair blanche *Louis Gauthier*
— fruit rouge à chair colorée.
— akènes en creux, fruit à chair rouge orangé........ *Reine des Précoces*
— akènes affleurants ou en saillie, fruit à chair rouge sang.
— fruits aînés et cadets de forme identique...... *Ville de Paris*
— fruits aînés et cadets de forme différente..... *Sparkle*
— angle de base du pétale plat ou presque plat.
— akènes en creux.
— fruit cadet à base bien arrondie *S*ir *de Ch. Machiroux*
— fruit cadet à base plane.
— fruit cadet plus large que haut.
— calice et calicule très développés, poils dressés sur le pétiole........................ *Muscade*
— calice et calicule normalement développés, poils très dressés, appliqués sur le pétiole.. *Précoce Musquée*
— fruit cadet aussi haut ou légèrement plus haut que large, poils horizontaux sur le pétiole *Huxley*
— akènes affleurants ou en saillie.
— fruit cadet à base bien arrondie *S*ir *de Ch. Machiroux*
— fruit cadet à base plane ou presque plane.
— fruit à chair rouge orangé.
— fruit cadet plus large que haut, à sommet assez arrondi *Voltaire*
— fruit cadet légèrement plus haut que large, à sommet assez pointu........................ *Royal Sovereign*
— fruit à chair rouge sang........................ *Sparkle*

— pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu .. *Talisman*

— *pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne.*

— base en V.
 — pétale plus large que long.
 — angle de base du pétale obtus.
 — fleurs aînées le plus souvent à 5-7 pétales *Senga Sengana*
 — fleurs aînées le plus souvent à 7-8 pétales *Sparkle*
 (*voir* fiches descriptives).
 — angle de base du pétale plat ou presque plat.
 — fruit cadet conique, aussi haut que large *Sparkle*
 — fruit cadet subglobuleux, légèrement plus large que haut. *Hercule*
 — pétale aussi long que large.
 — akènes en creux.
 — calice détaché du fruit, tangent ou dressé, zone sans akène assez importante *Pocahontas*
 — calice abaissé, appliqué sur le fruit, zone sans akène nulle .. *Général de Gaulle*
 — akènes affleurants ou en saillie.
 — fruit rouge sombre.
 — fruit cadet à base légèrement arrondie *Ville de Paris*
 — fruit cadet à base plane.
 — fleurs aînées le plus souvent à 5-7 pétales *Senga Sengana*
 — fleurs aînées le plus souvent à 7-8 pétales *Sparkle*
 (*voir* fiches descriptives).
 — fruit rouge vif ou rouge orangé.
 — fruits aînés et cadets de forme identique, calice et calicule bien développés *Cambridge Favourite*
 — fruits aînés et cadets de forme un peu différente. *Belle Bourguignonne*
 — pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu .. *Auchincruive Climax*

— base en U.
 — pétale plus large que long.
 — angle de base du pétale obtus.
 — fleurs aînées le plus souvent à 5-7 pétales *Senga Sengana*
 — fleurs aînées le plus souvent à 7-8 pétales *Sparkle*
 (*voir* fiches descriptives).
 — angle de base du pétale plat ou presque plat.
 — fruit cadet conique, aussi haut que large *Sparkle*
 — fruit cadet subglobuleux, légèrement plus large que haut .. *Hercule*
 — pétale aussi long que large.
 — akènes très enfoncés *Général de Gaulle*
 — akènes affleurants ou en saillie.
 — fruit blanc rosé à chair blanche *Louis Gauthier*
 — fruit rouge orangé à chair légèrement colorée.
 — fruit cadet nettement plus large que haut *Délicieuse*
 — fruit cadet nettement plus haut que large *Fertilité*
 — fruit rouge sombre à chair rouge.
 — fruit cadet à base légèrement arrondie *Ville de Paris*
 — fruit cadet à base plane.
 — fleurs aînées le plus souvent à 5-7 pétales *Senga Sengana*
 — fleurs aînées le plus souvent à 7-8 pétales ... *Sparkle*
 (*voir* fiches descriptives)

— *pilosité de la face supérieure de la foliole abondante.*

— base en V, pétale aussi long que large, angle de base du pétale obtus.
 — fruit cadet aussi haut que large, akènes en saillie, zone sans akène assez marquée *Ma Préférée*
 — fruit cadet plus haut que large.
 — fleurs aînées le plus souvent à 5 pétales, poils du pétiole abaissés.. *Ydun*

— fleurs aînées le plus souvent à 7-8 pétales, poils du pétiole horizontaux ou légèrement dressés.
— calice détaché du fruit, tangent ou dressé, zone sans akène assez importante *Pocahontas*
— calice abaissé, appliqué sur le fruit, zone sans akène nulle, akènes très enfoncés *Général de Gaulle*
— base en U, angle de base du pétale obtus.
— fruit cadet plus large que haut, à base plane, akènes légèrement en creux *Général Leclerc*
— fruit cadet aussi haut que large, à base arrondie, akènes en saillie........................ *Ma Préférée*
— fruit cadet plus haut que large, à base arrondie.
— fleurs aînées le plus souvent à 5 pétales, poils du pétiole abaissés........................ *Ydun*
— fleurs aînées le plus souvent à 7 pétales, poils du pétiole horizontaux *Général de Gaulle*

Rapport L/l de la foliole entre 1,20 et 1,30

— *pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible.*
— base en V.
— pétale plus large que long, angle de base du pétale plat ou presque plat.
— feuille vert clair, chair rouge orangé, fruit assez brillant. *Wädenswil 3*
— feuille vert moyen à vert sombre, chair rose, fruit peu brillant *Royale du Vaucluse*
— pétale plus long que large, angle de base du pétale obtus.. *Régal*
— pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu *Talisman*
— base en U.
— pétale plus large que long, angle de base du pétale plat ou presque plat.
— akènes en creux *Huxley*
— akènes affleurants ou en saillie.
— feuille vert clair, chair rouge orangé, fruit assez brillant *Wädenswil 3*
— feuille vert moyen à vert sombre, chair rose, fruit peu brillant *Royale du Vaucluse*
— pétale aussi long que large, akènes en creux.
— angle de base du pétale obtus, poils du pédoncule intermédiaire *Reine des Précoces*
— angle de base du pétale plat ou presque plat, poils du pédoncule perpendiculaires........................ *Huxley*
— pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu *Talisman*
— *pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne.*
— base en V.
— pétale aussi long que large.
— angle de base du pétale obtus.
— akènes très enfoncés.
— fruit rouge sang, chair rose, fruits aînés et cadets de forme un peu différente *Général de Gaulle*
— akènes affleurants ou légèrement en saillie.
— fruit cadet aussi haut que large *Surprise du Vaucluse*
— fruit cadet plus haut que large.
— fruits aînés et cadets de forme différente, calice et calicule tangents au fruit *La Messagère*
— fruits aînés et cadets de forme identique, calice appliqué sur le fruit, calicule abaissé ou tangent. *Early Cambridge*
— angle de base du pétale plat ou presque plat *Surprise des Halles*
— pétale plus long que large, angle de base du pétale obtus.. *Régal*
— pétale beaucoup plus long que large, angle de base du pétale aigu *Auchincruive Climax*

— base en U, pétale aussi long que large, angle de base du pétale obtus.
— akènes très enfoncés, fruit rouge sang *Général de Gaulle*
— akènes affleurants ou légèrement en saillie, fruit rouge orangé ou rouge vif.
— fruits aînés et cadets de forme identique, fruit cadet plus haut que large *Early Cambridge*
— fruits aînés et cadets de forme différente, fruit cadet nettement plus haut que large *La Messagère*

— *pilosité de la face supérieure de la foliole abondante.*
— base en V.
— pétale aussi long que large.
— angle de base du pétale aigu.
— akènes en creux, fruit rouge *Sannier*
— akènes légèrement en saillie, fruit orangé clair *M^me^ J. Leroy-Ladurie*
— angle de base du pétale obtus.
— akènes en creux.
— fruit cadet un peu plus large que haut, rouge sombre *Wädenswil 1*
— fruit cadet plus haut que large.
— poils du pétiole abaissés, fleurs aînées le plus souvent à 5 pétales *Ydun*
— poils du pétiole horizontaux ou légèrement dressés, fleurs aînées le plus souvent à 7 pétales.
— fruit rouge sang, chair rose, fruits aînés et cadets de forme un peu différente, akènes très enfoncés *Général de Gaulle*
— fruit rouge orangé à rouge vif, chair rouge orangé, fruits aînés et cadets de forme identique *Early Cambridge*
— akènes affleurants ou légèrement en saillie.
— fruit cadet aussi large ou un peu plus large que haut.
— chair rouge sang, calice et calicule bien dressés. *Wädenswil 1*
— chair rouge clair, calice et calicule abaissés ou tangents *Surprise du Vaucluse*
— fruit cadet plus haut que large.
— poils du pétiole abaissés, poils du pédoncule perpendiculaires, fleurs aînées le plus souvent à 5 pétales *Ydun*
— poils du pétiole horizontaux ou légèrement dressés, poils du pédoncule appliqués, fleurs aînées le plus souvent à 7 pétales.
— fruits aînés et cadets de forme différente, calice et calicule tangents au fruit *La Messagère*
— fruits aînés et cadets de forme identique, calice appliqué sur le fruit, calicule abaissé ou tangent *Early Cambridge*
— angle de base du pétale plat ou presque plat *Surprise du Vaucluse*
— pétale plus long que large.
— akènes en creux, fruit rouge *Sannier*
— akènes légèrement en saillie, fruit orangé clair.......... *M^me^ J. Leroy-Ladurie*

— base en U.
— pétale aussi long que large.
— angle de base du pétale aigu *M^me^ J. Leroy-Ladurie*
— angle de base du pétale obtus.
— fruit cadet un peu plus haut que large, chair rouge sang *Wädenswil 1*
— fruit cadet aussi haut ou plus haut que large.
— fruit orangé clair *M^me^ J. Leroy-Ladurie*
— fruit rouge.
— poils du pétiole abaissés, fleurs aînées le plus souvent à 5 pétales *Ydun*
— poils du pétiole horizontaux ou légèrement dressés, fleurs aînées le plus souvent à 7 pétales.

— fruits aînés et cadets de forme identique .. *Early Cambridge*
— fruits aînés et cadets de forme différente.
— akènes en creux *Général de Gaulle*
— akènes affleurants ou légèrement en saillie *La Messagère*
— pétale plus long que large *Mme J. Leroy-Ladurie*

Rapport L/l de la foliole supérieur a 1,30

— *pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne ou abondante.*
— base en V.
— pétale aussi long que large.
— angle de base du pétale aigu.
— akènes en creux, fruit rouge *Sannier*
— akènes légèrement en saillie, fruit orangé clair........ *Mme J. Leroy-Ladurie*
— angle de base du pétale obtus.
— fruit orangé clair *Mme J. Leroy-Ladurie*
— fruit rouge.
— fruit cadet aussi haut que large *Surprise du Vaucluse*
— fruit cadet plus haut que large.
— fruit cadet à base plane, et sommet plus ou moins arrondi, bosselé *La Messagère*
— fruit cadet à base arrondie, et sommet assez pointu, non bosselé *Régina*
— angle de base du pétale plat ou presque plat *Surprise des Halles*
— pétale plus long que large.
— akènes en creux, fruit rouge *Sannier*
— akènes légèrement en saillie, fruit orangé clair *Mme J. Leroy-Ladurie*
— base en U.
— fruit orangé clair, feuillage assez mat *Mme J. Leroy-Ladurie*
— fruit rouge, feuillage assez brillant *La Messagère*

Angle de base du limbe supérieur a 120°

Rapport L/l de la foliole entre 0,95 et 1,05

— *pilosité de la face supérieure de la foliole nulle ou faible.*
— base en V ... *Merton Princess*
— base en U.
— pétale plus large que long, angle de base du pétale plat ou presque plat, poils du pédoncule perpendiculaires........... *Temple*
— pétale aussi long que large, angle de base du pétale obtus, poils du pédoncule appliqués *Merton Princess*

— *pilosité de la face supérieure de la foliole moyenne.*
— base en U.
— pétale plus large que long.
— angle de base du pétale obtus, poils du pédoncule intermédiaire, fruit à chair rouge orangé *Madame Lefebvre*
— angle de base du pétale plat ou presque plat, poils du pédoncule perpendiculaires, fruit à chair rouge sang *Temple*
— pétale aussi long que large, angle de base du pétale obtus, akènes légèrement en saillie *Wädenswil 4*

— *pilosité de la face supérieure de la foliole abondante.*
— base en U.
— pétale plus large que long, akènes en creux ou affleurants.. *Madame Lefebvre*
— pétale aussi long que large, akènes légèrement en saillie.... *Wädenswil 4*

Rapport L/l de la foliole entre 1,05 et 1,20

base en U .. *Madame Lefebvre*

DESCRIPTION DES VARIÉTÉS

AUCHINCRUIVE CLIMAX

Synonyme : Climax.
Obtenteur : D^r R. Reid de la Station de Recherches d'Auchincruive (Grande-Bretagne).
Origine : série de croisements comprenant notamment « Aberdeen » comme géniteur (1939).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : postérieure à celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : postérieure à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : assez tardive, mais abondante.
Caractères particuliers :
sensible à la panachure printanière ;
demi-remontante.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé à dressé, plante moyennement touffue.

Caractères de la feuille :

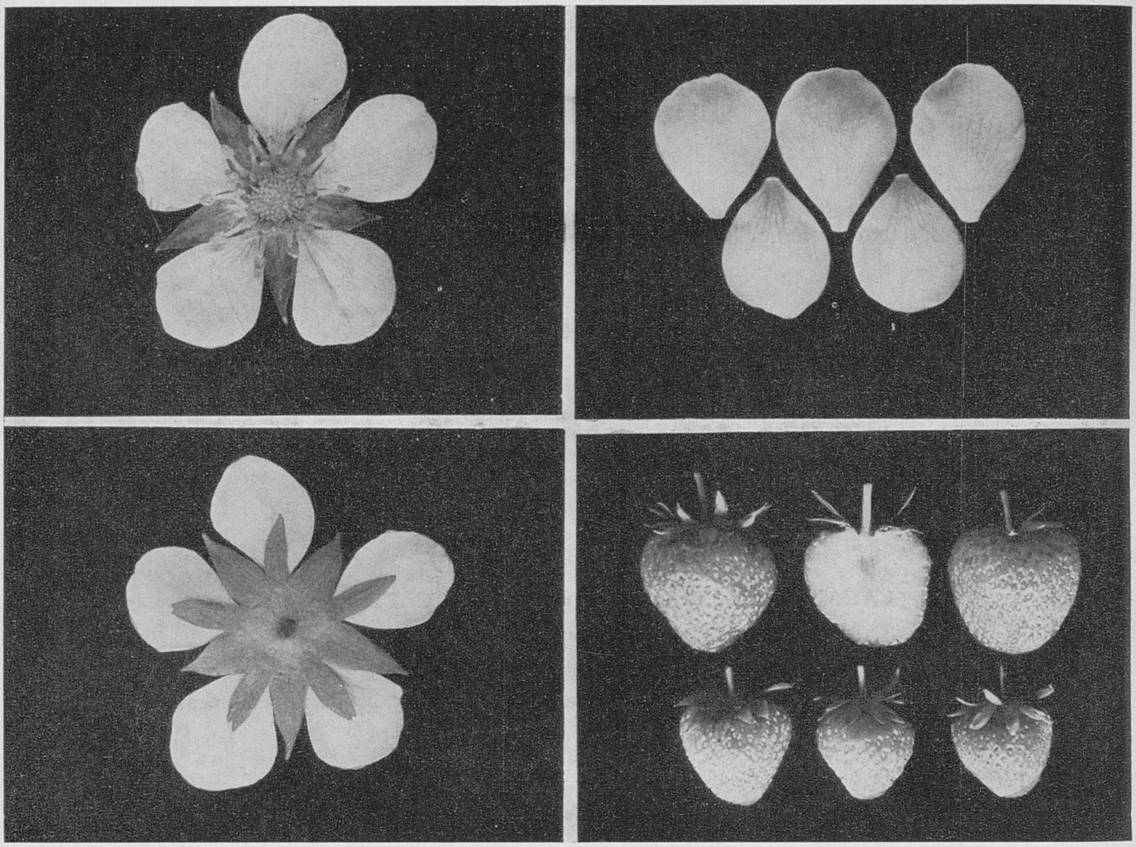
Pétiole :
Importance de la pilosité : très forte le plus souvent.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :
Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : moyennement brillant à peu brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,15 à 1,25).
Angle de la base : 90° à 110°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : moyenne.
Forme générale de la foliole : plane, parfois légèrement en gouttière.

Caractères particuliers :

Caractères des stolons :
Couleur : très rouges et très fins.

Caractères de la fleur :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7,8) 10.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5,6) 7.
Rapport longueur/largeur des pétales : beaucoup plus long que large.
Angle de base du pétale : aigu.
Grandeur respective des pièces florales : s $\leqslant$ S $\leqslant$ P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales distants les uns des autres.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, homogène.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, à sommet légèrement arrondi et à base plane, aussi hauts que larges.
Aînés : un peu plus irréguliers, coniques, à sommet en petite crête ou légèrement arrondi.
Couleur externe : rouge vif, homogène.
Couleur de la chair : rouge légèrement orangé.
Couleur de la mèche : rouge légèrement orangé.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice appliqué sur le fruit, calicule tangent à légèrement dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair assez ferme, assez parfumée, légèrement acidulée, moyennement sucrée, moyennement juteuse.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Cette variété, très cultivée en Grande-Bretagne après la deuxième guerre mondiale est à présent abandonnée à cause de sa sensibilité à la jaunissure printanière.

BELLE BOURGUIGNONNE

Synonyme:
Obtenteur: DESCAVE à Chapelle-Napoléon (Côte-d'Or), France.
Origine: Tardive de Léopold × Ville de Paris (1931).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: légèrement postérieure à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons: moyennement précoce et moyennement abondante.
Caractères particuliers :
peu sensible à l'oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port moyennement dressé, plante moyennement touffue ou touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE

Pétiole :
Importance de la piosité: moyenne.
Position des poils: horizontaux.

Limbe :
Couleur: vert clair à vert moyen.
Brillant: moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur: légèrement plus long que large (1,15 à 1,20).
Angle de la base: (90°) 100°.
Forme de la base: en V.
Pilosité de la face supérieure: moyenne.
Forme générale de la foliole: plane.

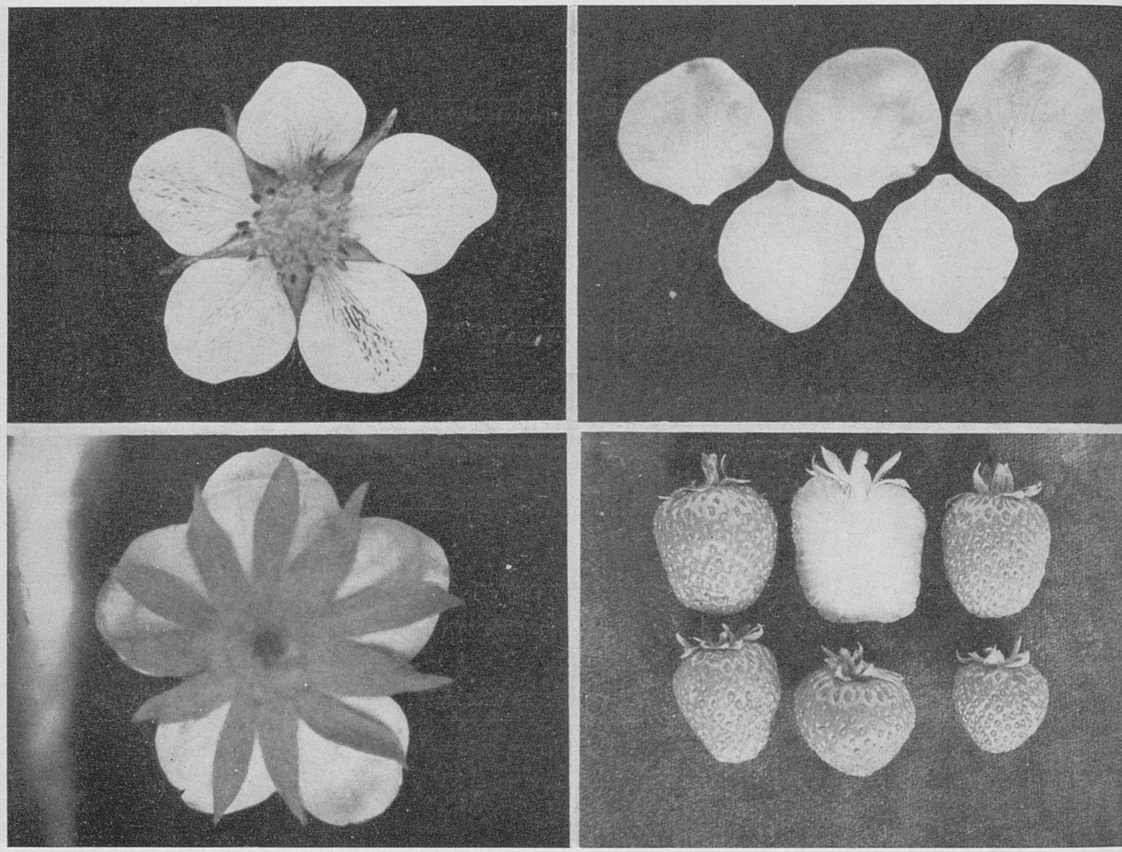
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS

Couleur: vert à l'ombre, rose à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR

Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: 6 (7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: 5,6.
Rapport longueur/largeur des pétales: aussi long que large.
Angle de base du pétale: obtus.
Grandeur respective des pièces florales: s = S = P.
Position des poils sur le pédoncule: intermédiaire.
Position des fleurs par rapport au feuillage: sous le feuillage.
Caractères particuliers:



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, coniques à globuleux, à sommet arrondi et base plane.
Aînés : moins réguliers, plus ou moins cylindriques à sommet plus ou moins plan.
Couleur externe : rouge vif, parfois légèrement vineux à l'insolation.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : légèrement en saillie, parfois affleurants.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement appliqué, calicule généralement dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair assez ferme, peu parfumée, légèrement acidulée, moyennement sucrée, assez juteuse.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété donnant de beaux fruits, mais supportant difficilement un transport à longue distance. Variété d'amateur.

CAMBRIDGE FAVOURITE

Synonyme: Cambridge 422.
Obtenteur: Station de Recherches horticoles de l'Université de Cambridge (Grande-Bretagne).
Origine:

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: légèrement antérieure à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons: moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers:
très peu sensible à l'oïdium et au Mycosphaerella ;
très sensible aux viroses.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé, plante moyennement touffue.

Caractères de la feuille :

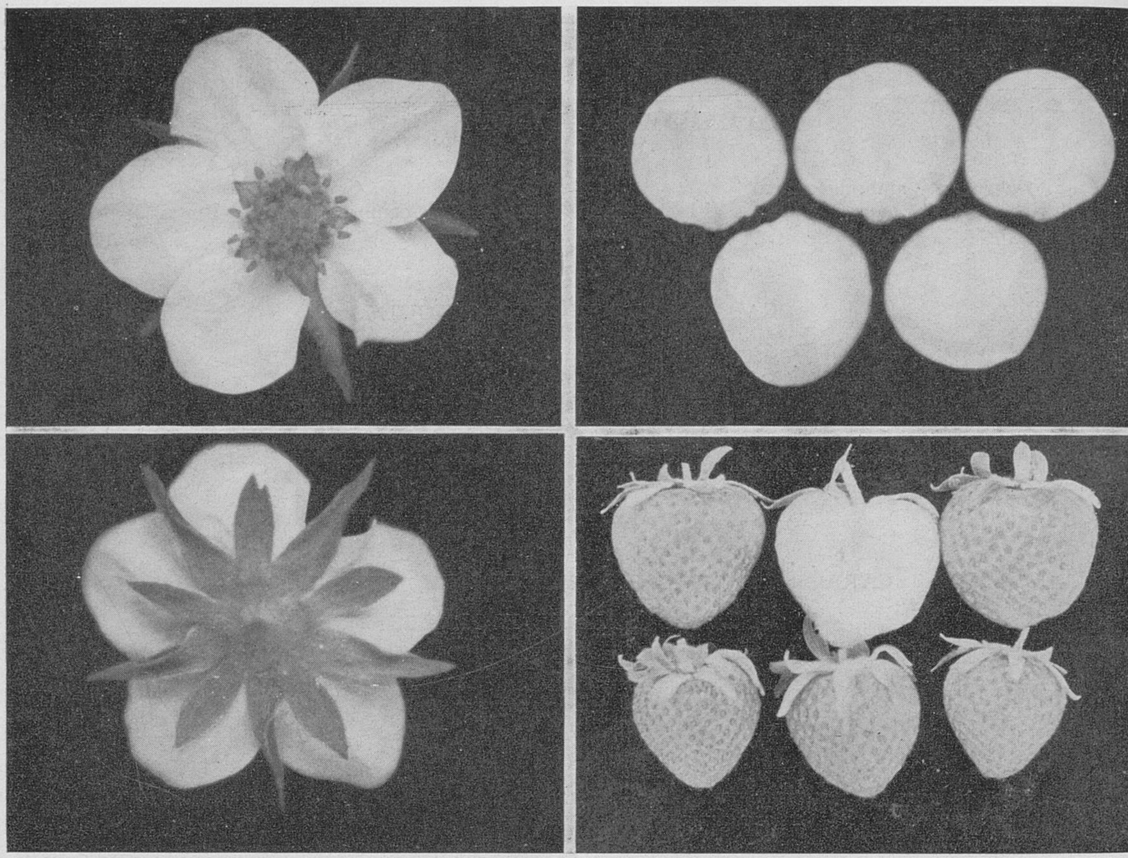
Pétiole :
Importance de la pilosité: moyenne à forte.
Position des poils: horizontaux.

Limbe :
Couleur: vert moyen.
Brillant: moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur: très légèrement plus long que large (1,00 à 1,10).
Angle de la base: 80° (90°-100°) 110°.
Forme de la base: en V.
Pilosité de la face supérieure: moyenne.
Forme générale de la foliole: plane.

Caractères particuliers :
dents des feuilles adultes très arrondies.

Caractères des stolons
Couleur: vert à l'ombre, rose à l'insolation.

Caractères de la fleur :
Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: 6 (7) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: 5 (6) 7.
Rapport longueur/largeur des pétales: aussi long que large.
Angle de base du pétale: obtus à presque plat.
Grandeur respective des pièces florales: $s < S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule: appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage: au niveau du feuillage ou sous le feuillage.
Caractères particuliers:
grandes fleurs.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : assez gros, très homogène.
Forme générale : fruits aînés identiques aux fruits cadets.
Cadets : coniques à sommet plus ou moins arrondi et base légèrement arrondie. Aussi hauts que larges.
Aînés : (voir cadets).
Couleur externe : rouge orangé, assez homogène.
Couleur de la chair : orangé à rouge vif.
Couleur de la mèche : rose.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice appliqué à tangent au fruit, calicule légèrement dressé, tous deux bien développés.
Zone sans akène : faible à moyenne.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, moyennement parfumée, moyennement sucrée, peu juteuse.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement, généralement avec la mèche ; mèche dure.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Cette variété très productive à fruits de bonne qualité, encore peu répandue en France, mérite de prendre de l'extension.

DÉLICIEUSE

Synonyme :
Obtenteur : R. CHAPRON à Caen (Calvados), France (vers 1950).
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : semblable ou légèrement antérieure à celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité : semblable à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
peu sensible à l'oïdium ;
très sensible aux viroses ;
très sensible aux gelées tardives.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert clair.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,05 à 1,20).
Angle de la base : 100° (110°) 120°.
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : moyenne.
Forme générale de la foliole : plane.

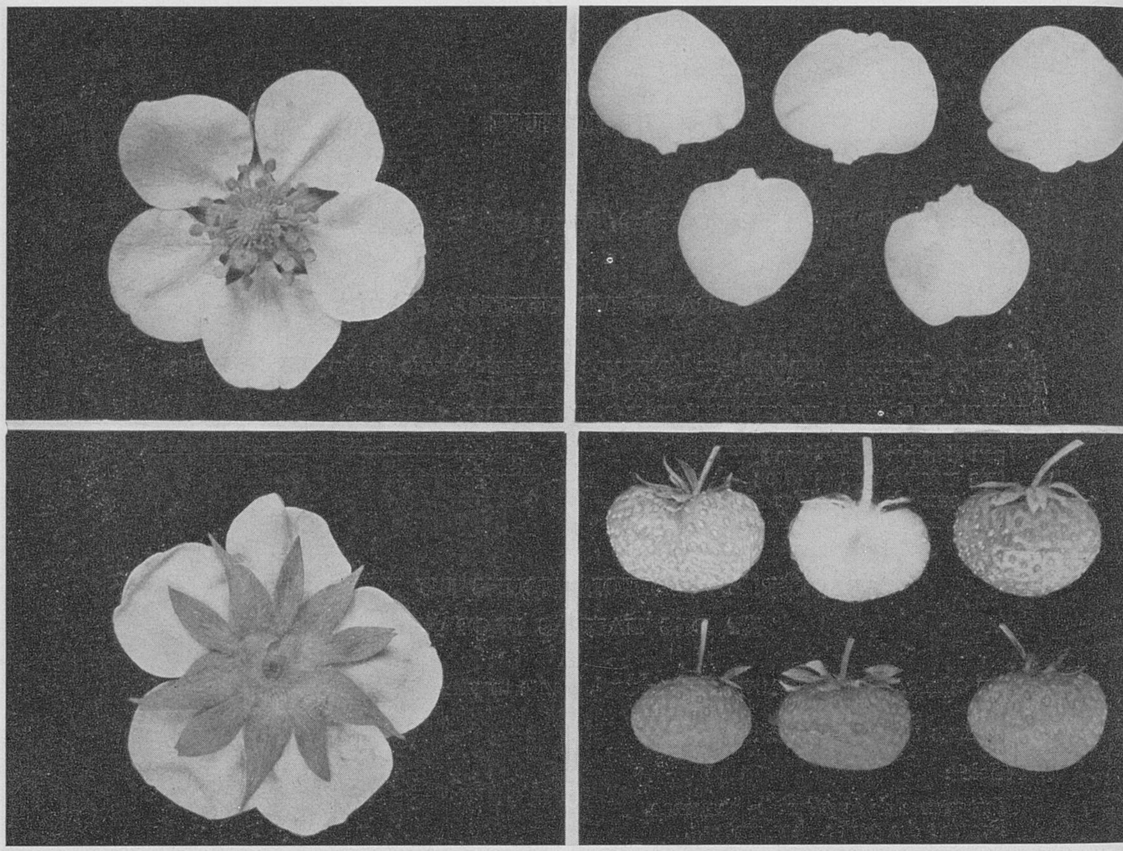
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert à l'ombre, rose à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7).
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus à plat.
Grandeur respective des pièces florales : $s < S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués à intermédiaire.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent assez fortement.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, homogène.
Forme générale : fruits aînés et cadets de forme voisine.
Cadets : souvent légèrement bosselés, globuleux à réniformes, à base plane. Nettement plus larges que hauts.
Aînés : (voir cadets).
Couleur externe : rouge orangé, homogène.
Couleur de la chair : rose orangé.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice horizontal, calicule moyennement dressé.
Zone sans akène : faible.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, légèrement parfumée, assez sucrée, peu juteuse.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété peu productive, très sensible aux viroses, à fruits de qualité médiocre, sans intérêt.

DOCTEUR MORÈRE

Synonyme :
Obtenteur : BERGER, France.
Origine : serait issue d'un croisement entre Palmyre Berger et Duc de Malakoff (1867).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : antérieure à celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : semblable à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
sensible à l'Oïdium ;
très sensible à la chlorose.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante peu touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

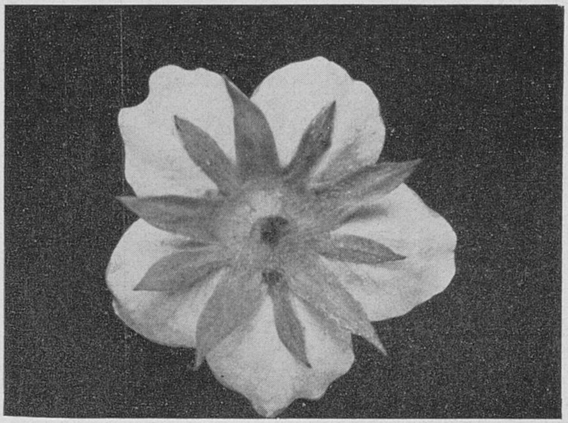
Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : légèrement abaissés.

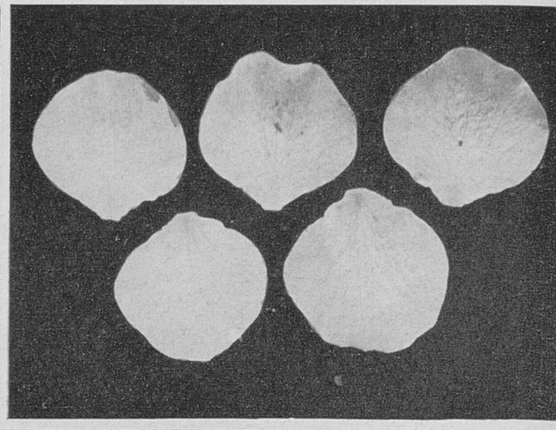
Limbe :
Couleur : vert moyen.
Brillant : peu brillant.
Rapport longueur/largeur : aussi long que large (1,00 à 1,05).
Angle de la base : 110° à 120°.
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : très faible ou nulle.
Forme générale de la foliole : plane, parfois légèrement en gouttière.

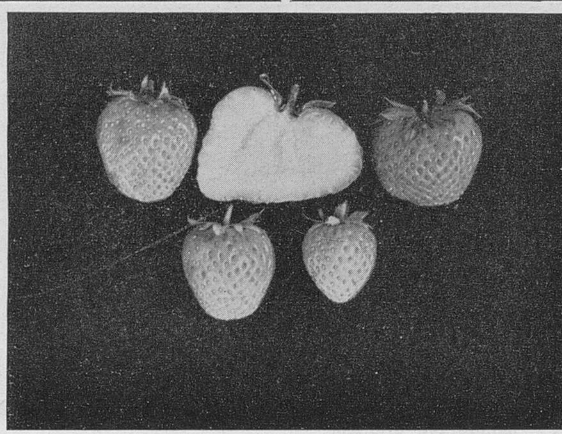
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :
Couleur : rosé à l'ombre, rose ou rougeâtre à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s < S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
sépalules fins.







CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés assez différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, subglobuleux à coniques, peu allongés, à sommet arrondi et base plane.
Aînés : irréguliers, généralement tronconiques, mais parfois en petite crête, à sommet assez plan.
Couleur externe : rouge vif à l'insolation, plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : rose orangé.
Couleur de la mèche : rose.
Position des akènes : légèrement enfoncés.
Position des sépales : calice et calicule tangents au fruit, à extrémités souvent redressées.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : moyennement brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, parfumée, assez sucrée, moyennement juteuse.
Résistance au transport : moyenne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

La culture de cette variété, très importante au début du siècle, notamment sous châssis, a été pratiquement abandonnée.

EARLY CAMBRIDGE

Synonyme :
Obtenteur : Station de Recherches horticoles de l'Université de Cambridge (Grande-Bretagne).
Origine : Royal Sovereign × Ekey.

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Époque de maturité : entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
moyennement sensible à l'Oïdium ;
assez sensible à la chlorose.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port assez dressé, plante moyennement à peu touffue, peu vigoureuse.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert clair à vert moyen.
Brillant : assez mat.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,20 à 1,30).
Angle de la base : 110° à 120°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : moyenne à abondante.
Forme générale de la foliole : plane ou légèrement en gouttière.

Caractères particuliers :

pétioles parfois très anthocyanés.

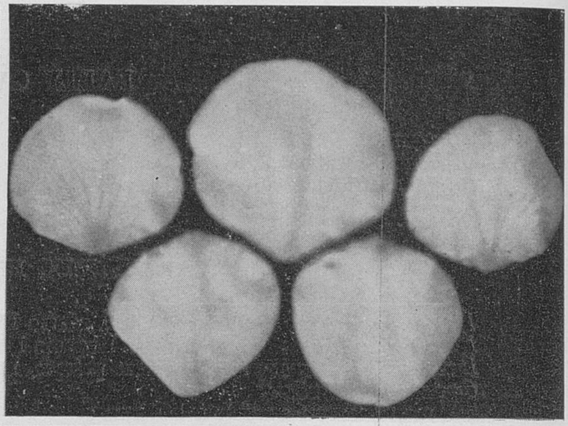
Caractères des stolons :

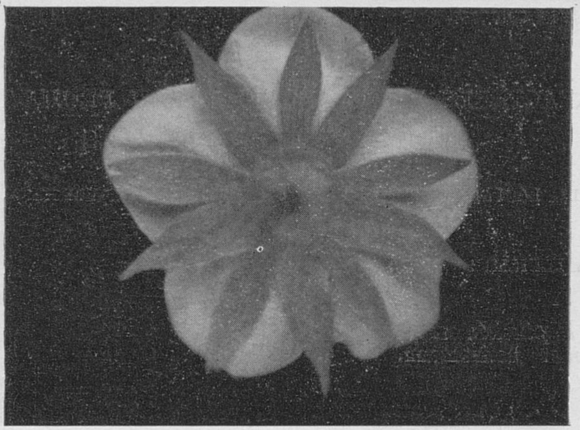
Couleur : rose à l'ombre, rouge à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (7) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 7.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous ou au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent ;
fleurs assez grandes ;
étamines souvent avortées chez les premières fleurs formées.







CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne à petite, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés et cadets de forme identique.
Cadets : parfois légèrement bosselés, coniques, allongés, à sommet arrondi parfois un peu pincé et un peu méplat, à base plane ou arrondie.
Aînés : (voir cadets).
Couleur externe : rouge orangé à rouge vif, assez homogène.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : orangée.
Position des akènes : légèrement enfoncés ou affleurants.
Position des sépales : calice abaissé, appliqué sur le fruit, calicule abaissé ou tangent.
Zone sans akène : faible.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, parfumée, sucrée, légèrement acidulée, juteuse.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété tardive, peu productive, sans grand intérêt.

EMPEREUR NICOLAS

Synonyme :
Obtenteur :
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : légèrement antérieure à celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : précoce et abondante.
Caractères particuliers :
assez sensible à l'Oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port étalé, plante peu touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne à faible.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert moyen à vert clair.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : aussi long que large (1,00 à 1,05).
Angle de la base : 100° à 120°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : nulle ou très faible.
Forme générale de la foliole : plane.

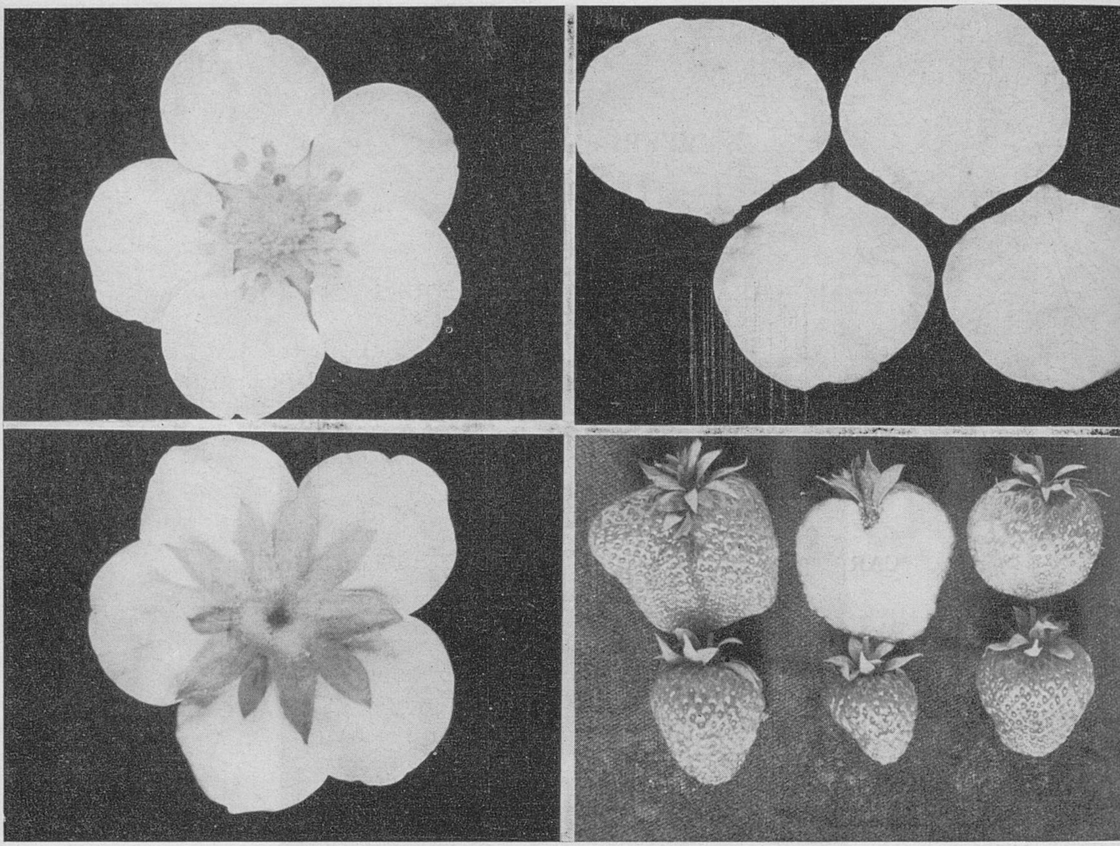
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert à l'ombre, rose ou rougeâtre à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7) 10.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus large que long.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s < S \ll P$.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent fortement ;
grandes fleurs.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : petite à moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, légèrement allongés, à sommet arrondi parfois un peu pincé et base plane.
Aînés : irréguliers, un peu bosselés, subglobuleux ou en crête assez large ou intermédiaire.
Couleur externe : rouge vif, parfois légèrement vineux à l'insolation. Beaucoup plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : blanche.
Couleur de la mèche : blanc rosé.
Position des akènes : légèrement enfoncés ou affleurants.
Position des sépales : calice et calicule tangents au fruit ou très légèrement dressés.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : moyennement brillant.
Qualité de la chair : chair assez molle, peu parfumée, moyennement sucrée, peu juteuse.
Résistance au transport : mauvaise.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété peu productive, à fruits de qualités médiocres, sans grand intérêt.

FERTILITÉ

Synonyme : Monstrueuse hâtive.
Obtenteur : R. Chapron, à Caen (Calvados), France.
Origine : Empereur Nicolas × Leader (1930).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers :
moyennement sensible à l'Oïdium ;
mauvaise nouaison fréquente.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port étalé, plante moyennement touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert sombre.
Brillant : moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base : 100° à 120°.
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : moyenne.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

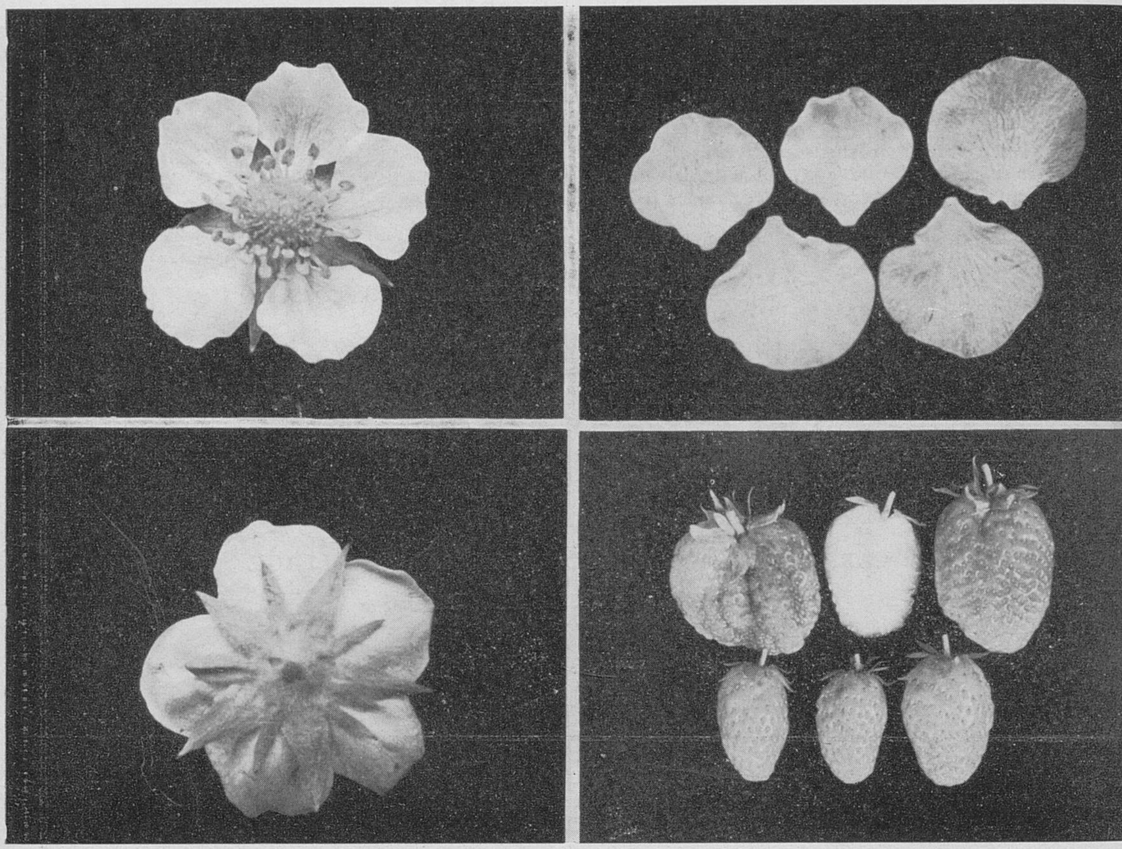
dents très pointues chez les jeunes feuilles.

Caractères des stolons :

Couleur : vert ou rosé à l'ombre, rose à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7,8) 10.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5,6).
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués à intermédiaire.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
fleurs aînées grandes ;
sépalules beaucoup plus fins que les sépales ;
étamines souvent avortées chez les premières fleurs formées.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne à grosse, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés très différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, presque cylindriques ou coniques, à sommet et base arrondis, légèrement méplats ; nettement plus hauts que larges.
Aînés : très irréguliers, gros, souvent bosselés et méplats, de forme variable, le plus souvent en large crête divisée en un ou plusieurs lobes par des sillons plus ou moins marqués.
Couleur externe : rouge orangé à rouge vif, plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : blanche ou rosée.
Couleur de la mèche : blanche ou rosée.
Position des akènes : en saillie, parfois affleurants.
Position des sépales : calice et calicule abaissés, appliqués sur le fruit.
Zone sans akène : nulle ou faible.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair tendre, assez parfumée, peu sucrée, un peu pâteuse.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Cette variété est cultivée localement dans le Bassin Parisien et la Bretagne. Sa nouaison irrégulière est souvent cause d'un faible rendement. Variété en régression.

GÉNÉRAL DE GAULLE

Synonyme :
Obtenteur : J. Le Gall à Plougastel-Daoulas (Finistère), France.
Origine : Reine des Précoces × Fertilité (vers 1947).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, assez abondante.
Caractères particuliers :
moyennement sensible à l'Oïdium ;
très sensible aux viroses.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé, plante peu touffue, très vigoureuse.

Caractères de la feuille :

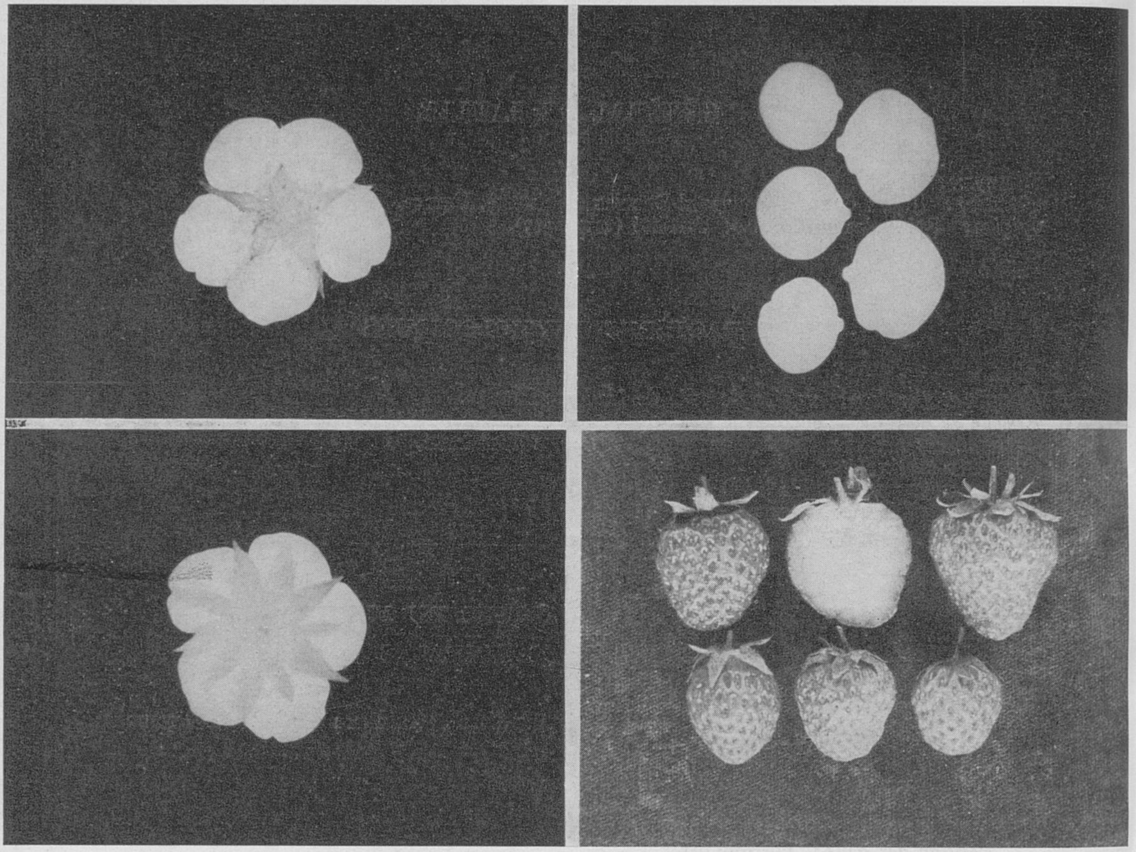
Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :
Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,15 à 1,30).
Angle de la base : 90° à 110°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : moyenne à forte.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

Caractères des stolons :
Couleur : vert à l'ombre, rougeâtre à l'insolation.

Caractères de la fleur :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (7) 10.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 8.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ⩽ P.
Position des poils sur le pédoncule : intermédiaire.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent fortement.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne à grosse, homogène.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, coniques ou elliptiques, allongés, à base bien arrondie.
Aînés : plus irréguliers, souvent méplats.
Couleur externe : rouge sang à l'insolation, beaucoup plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : rose.
Couleur de la mèche : rose.
Position des akènes : très enfoncés.
Position des sépales : calice appliqué sur le fruit, calicule tangent.
Zone sans akène : nulle ou faible.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair assez ferme, moyennement parfumée, peu sucrée, très filandreuse.
Résistance au transport : assez bonne, mais les fruits se talent très facilement.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit, généralement avec la mèche

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété cultivée localement en Bretagne, assez productive, assez précoce, donnant un joli fruit brillant, mais de qualité très médiocre. Variété sans grand avenir.

GÉNÉRAL LECLERC

Synonyme :
Obtenteur : R. CHAPRON à Caen (Calvados), France.
Origine : Tardive de Léopold × Louis Vilmorin (vers 1948).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : légèrement postérieure à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers :

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port étalé à moyennement dressé, plante moyennement touffue

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux ou légèrement dressés.

Limbe :

Couleur : vert sombre à vert bleuté.
Brillant : assez mat.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base : 100° à 120°.
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : abondante.
Forme générale de la foliole : plane.

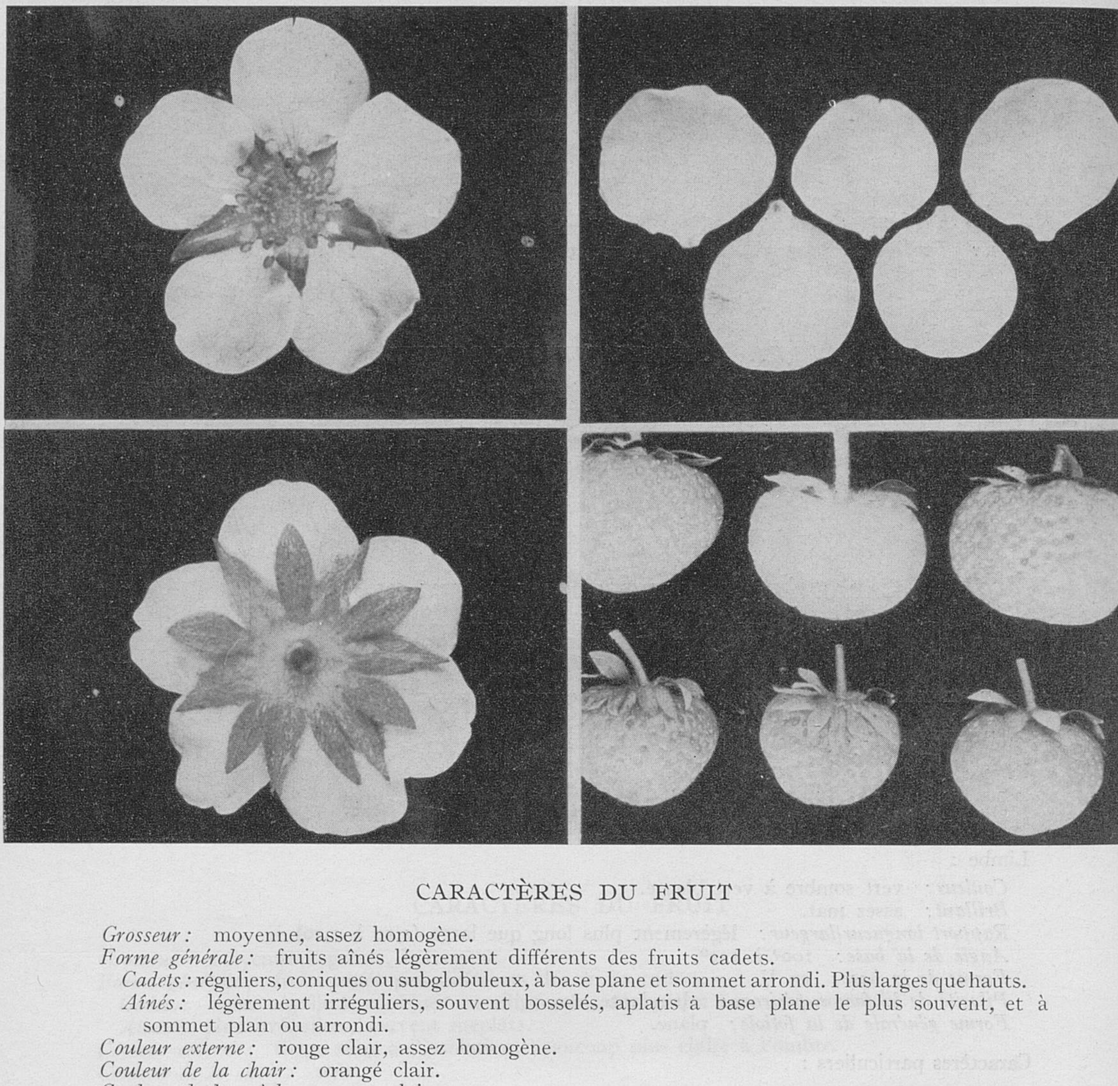
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : rose à rouge, tant à l'ombre qu'à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7,8).
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5,6) 7.
Rapport longueur/largeur des pétales : légèrement plus large que long.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S < P.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au-dessus du feuillage.
Caractères particuliers :
sépales larges ;
étamines souvent avortées chez les premières fleurs.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques ou subglobuleux, à base plane et sommet arrondi. Plus larges que hauts.
Aînés : légèrement irréguliers, souvent bosselés, aplatis à base plane le plus souvent, et à sommet plan ou arrondi.
Couleur externe : rouge clair, assez homogène.
Couleur de la chair : orangé clair.
Couleur de la mèche : rouge clair.
Position des akènes : légèrement enfoncés.
Position des sépales : calice et calicule tangents au fruit ou légèrement appliqués avec extrémités parfois redressées.
Zone sans akène : nulle ou très faible.
Brillant du fruit : assez brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, moyennement parfumée, moyennement sucrée, légèrement acidulée, juteuse.
Résistance au transport : mauvaise.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Cette variété très productive reste une variété d'amateur à cause de la mauvaise qualité de ses fruits qui ne supportent pas le transport.

HATIVE DE CAEN

Synonyme : Bouquet de Mai.
Obtenteur : Louis GAUTHIER à Caen (Calvados), France.
Origine : Descendante d' « Aurore ».

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : légèrement postérieure à celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité : légèrement postérieure à celle de Surprise des Halles.
Émission des stolons : précoce, abondante.
Caractères particuliers :
moyennement sensible à l'Oïdium ;
assez sensible à la chlorose.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé ou moyennement dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : faible.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert clair à vert moyen.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : beaucoup plus long que large (1,30 à 1,45).
Angle de la base : 70° à 90°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : moyenne à faible.
Forme générale de la foliole : plane, parfois légèrement en gouttière.

Caractères particuliers :

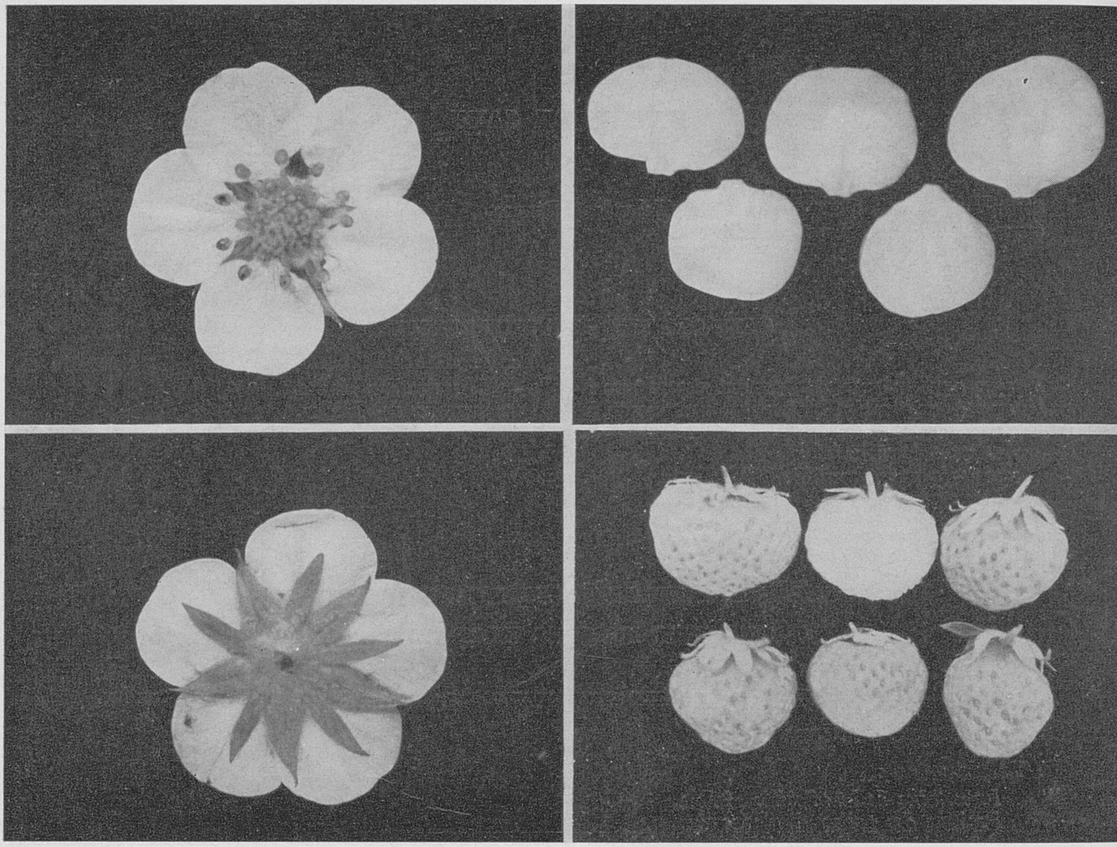
feuillage fin et fragile.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert ou rosé à l'ombre, rougeâtre à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (6) 7.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) rarement 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus large que long.
Angle de base du pétale : généralement plat, mais parfois obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s $\leqslant$ S $\leqslant$ P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
pédoncule long et fin.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne chez les fruits aînés, petite chez les fruits cadets.
Forme générale: fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, à sommet bien arrondi et base légèrement arrondie, parfois en forme de toupie ; plus larges que hauts.
Aînés : assez réguliers, tronconiques à subglobuleux.
Couleur externe : rouge orangé clair à l'insolation, plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : blanche à jaunâtre.
Couleur de la mèche : légèrement rosée.
Position des akènes : légèrement enfoncés.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement dressé, calicule assez dressé; tous deux bien décollés du fruit.
Zone sans akènes: importante.
Brillant du fruit: moyennement brillant.
Qualité de la chair: chair moyennement ferme, assez parfumée assez sucrée, acidulée.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété de faible rendement, à fruits de qualité médiocre sans grand intérêt.

HERCULE

Synonyme:
Obtenteur: Ch. Simmen à Montmorency (Seine-et-Oise), France.
Origine: Record × Muscade (vers 1946).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons: moyennement précoce, peu abondante.
Caractères particuliers:
très sensible aux attaques de Botrytis sur feuille ;
très résistante au Mycosphaerella ;
remonte faiblement à l'automne.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port très dressé, plante moyennement touffue, très vigoureuse.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité: forte.
Position des poils: horizontaux ou légèrement dressés.

Limbe :

Couleur: vert moyen à vert sombre.
Brillant: moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur: légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base: 90° à 120°.
Forme de la base: intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure: faible à moyenne.
Forme générale de la foliole: plane.

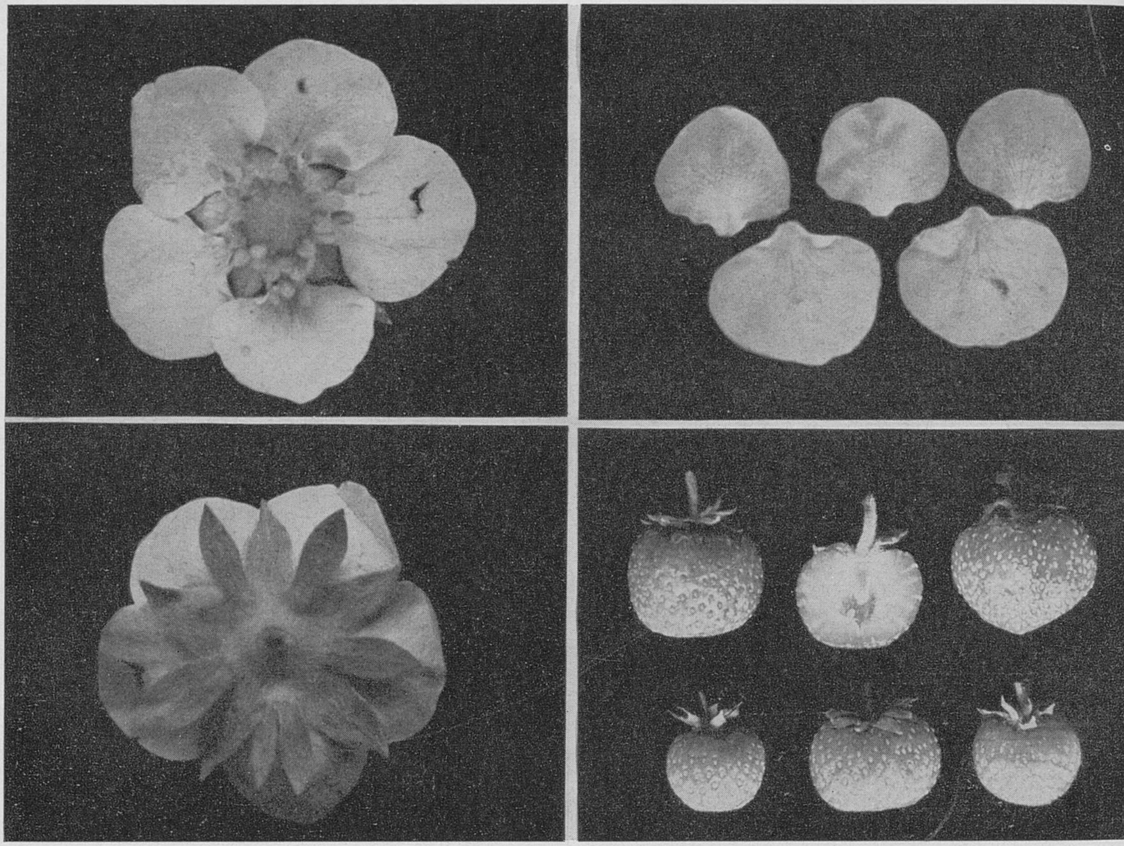
Caractères particuliers :
parfois 4 ou 5 folioles ;
feuillage grossier.

Caractères des stolons :

Couleur: rose à l'ombre, rouge à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: 6 (7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales: plus large que long.
Angle de base du pétale: plat ou presque.
Grandeur respective des pièces florales: $s \leqslant S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule: perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage: sous le feuillage.
Caractères particuliers:
pétales se chevauchent assez fortement.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : grosse, homogène.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, subglobuleux, à base plane et sommet plus ou moins arrondi ; légèrement plus larges que hauts.
Aînés : un peu plus irréguliers que les fruits cadets.
Couleur externe : rouge sang à rouge vineux à l'insolation, un peu plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge sang.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement dressé, calicule dressé.
Zone sans akène : faible.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair assez ferme, parfumée, légèrement musquée, moyennement sucrée, moyennement juteuse.
Résistance au transport : moyenne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété à gros fruits d'excellente qualité, mais à rendement insuffisant. Très bonne variété d'amateur.

HUXLEY

Synonyme : Etter-Huxley's Giant-Nouveau Morère.
Obtenteur : A. F. ETTER (Californie) (vers 1910).
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : semblable à celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : voisine de celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons : précoce et abondante.
Caractères particuliers :
peu sensible à l'Oïdium ;
variété assez rustique.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port étalé à moyennement dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert sombre à vert moyen.
Brillant : moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,10 à 1,25).
Angle de la base : 90° (110°) 120°.
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : nulle.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

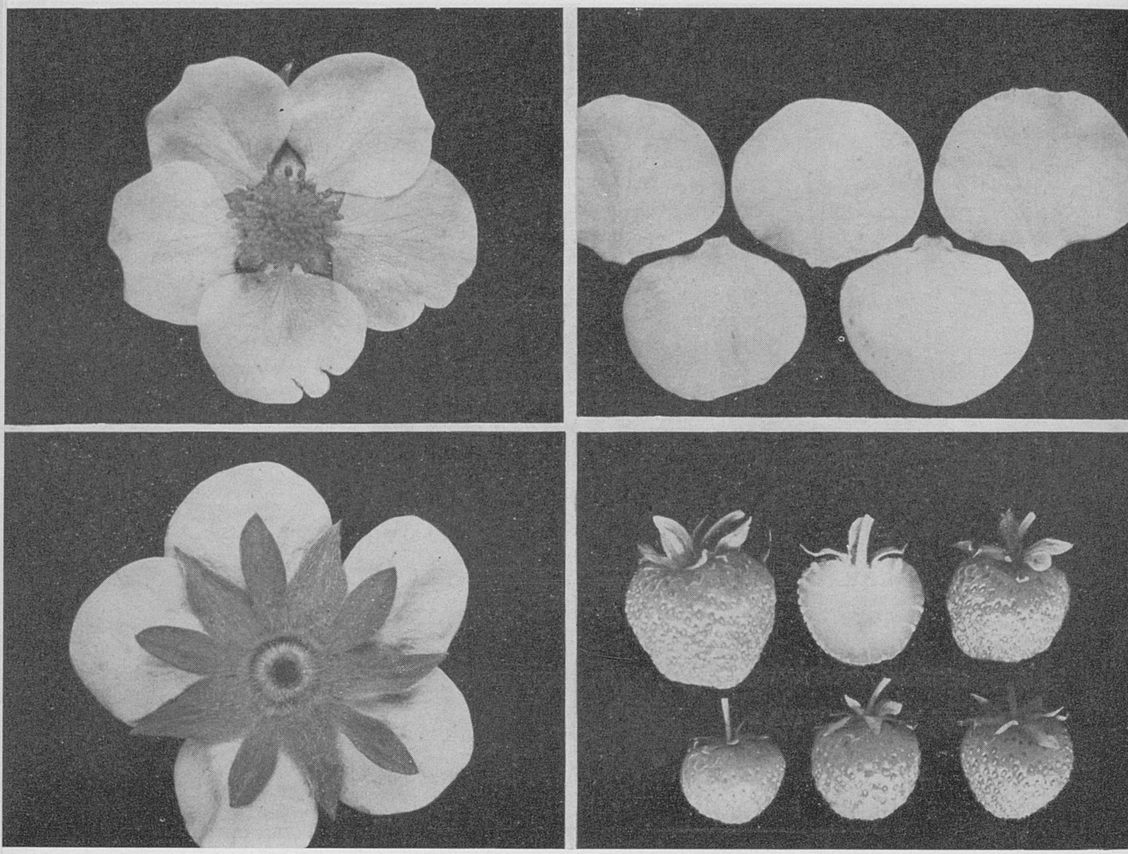
dents des feuilles adultes très arrondies.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert à l'ombre, rougeâtre à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (6) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : toujours 5.
Rapport longueur/largeur des pétales : légèrement plus large que long.
Angle de base du pétale : presque plat.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent fortement ;
grandes fleurs.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, légèrement allongés, à sommet plus ou moins arrondi et à base plane.
Aînés : plus irréguliers, à sommet plus plan, parfois réniformes.
Couleur externe : rouge sang légèrement vineux à l'insolation, rouge orangé à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : orangé, souvent un peu translucide.
Position des akènes : légèrement enfoncés.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement abaissé, calicule légèrement dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair très ferme de texture trop peu fondante, désagréable, assez parfumée, légèrement musquée, moyennement sucrée, non acide.
Résistance au transport : moyenne.
Caractères particuliers
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Cette variété a été beaucoup cultivée en Grande-Bretagne avant 1940. Elle semble à présent sur le déclin et est surtout utilisée par les industries de transformation.

INDRA

Synonyme :
Obtenteur : Station de Recherches horticoles d'Alnarp (Suède).
Origine : Southland × Alnarp Luna (1936).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : voisine de celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port dressé, plante assez touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,20 à 1,35).
Angle de la base : 70° à 90°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : nulle ou très faible.
Forme générale de la foliole : plane.

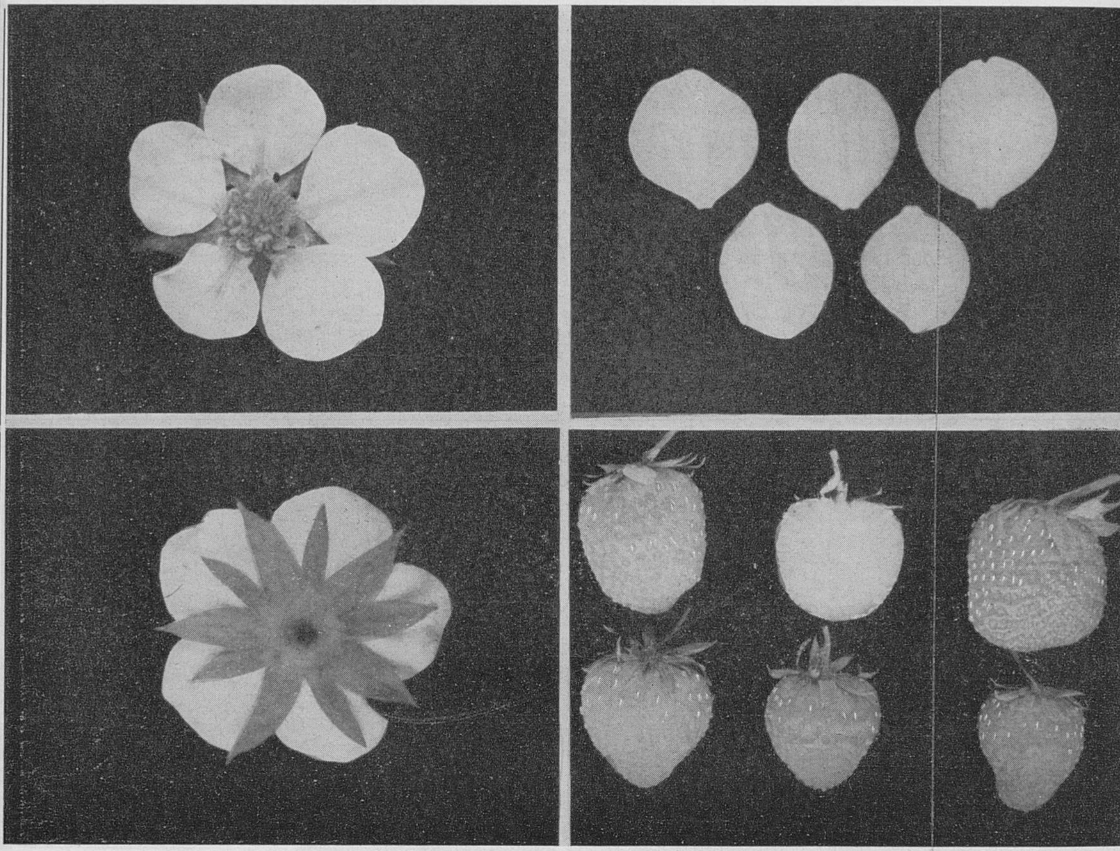
Caractères particuliers :

Caractères des stolons :

Couleur : vert à l'ombre, rougeâtre à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 8.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s $\leqslant$ S = P.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
Étamines mal formées chez les premières fleurs épanouies.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur: moyenne, assez homogène.
Forme générale: fruits aînés assez différents des fruits cadets.
Cadets: réguliers, coniques, très légèrement allongés, à sommet légèrement arrondi, parfois pincé et à base plane.
Aînés: irréguliers, méplats à sommet plus ou moins en crête.
Couleur externe: rouge vif.
Couleur de la chair: rose orangé.
Couleur de la mèche: rose orangé.
Position des akènes: en saillie.
Position des sépales: calice et calicule tangents au fruit.
Zone sans akène: faible.
Brillant du fruit: brillant.
Qualité de la chair: chair assez ferme, assez parfumée, juteuse, assez sucrée, à peine acidulée.
Résistance au transport: médiocre.
Caractères particuliers:
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit, généralement avec la mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété moyennement productive, à fruits de qualités moyennes sans grand intérêt.

INGA

Synonyme :
Obtenteur : Station de Recherches horticoles d'Alnarp (Suède).
Origine : Frau Direktor Echtermeyer × Vicomtesse Héricart de Thury (1924).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : postérieure à celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : postérieure à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
très peu sensible à l'Oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante assez touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux, parfois légèrement abaissés.

Limbe :

Couleur : vert clair à vert moyen.
Brillant : moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,20 à 1,35).
Angle de la base : 70° à 80°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : faible.
Forme générale de la foliole : plane.

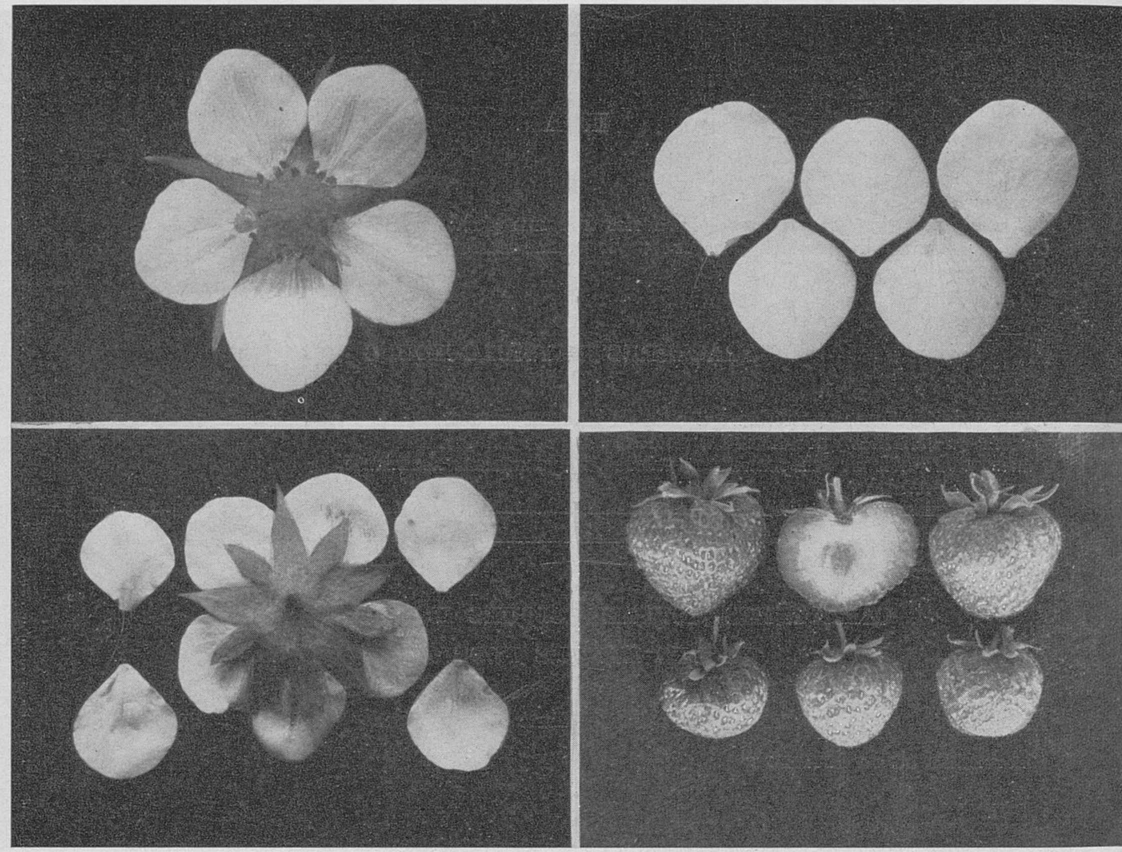
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert à l'ombre, rouge à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : (7,8) 10.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : 5,6.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S < P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
Étamines souvent avortées chez les premières fleurs formées.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : petite à moyenne, assez variable.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des fruits cadets.
Cadets : irréguliers, un peu bosselés, coniques, à sommet légèrement arrondi et base plane, ou subglobuleux et même parfois légèrement réniformes. Rapport hauteur/largeur variable.
Aînés : irréguliers, souvent bosselés, coniques, à sommet pointu ou arrondi, ou un peu méplats à sommet plus ou moins en crête.
Couleur externe : rouge sombre, presque vineux à l'insolation, plus claire à l'ombre
Couleur de la chair : rouge vif.
Couleur de la mèche : rouge orangé.
Position des akènes : enfoncés.
Position des sépales : calice tangent au fruit avec extrémités souvent redressées, calicule moyennement dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : assez brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, légèrement parfumée, moyennement sucrée, légèrement acidulée, assez juteuse.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété à fruits de qualités moyennes, sans grand intérêt.

LADETTE

Synonyme :
Obtenteur :
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : légèrement antérieure ou semblable à celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité : semblable à celle de Surprise des Halles.
Émission des stolons : précoce, très abondante.
Caractères particuliers :
moyennement sensible à l'oïdium ;
très sensible aux viroses ;
sensible à la chlorose ;
très bonne nouaison.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port moyennement dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux, parfois légèrement dressés.

Limbe :

Couleur : vert clair à vert moyen.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,20 à 1,30).
Angle de la base : 70° à 90°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : faible à moyenne.
Forme générale de la foliole : plane ou en gouttière.

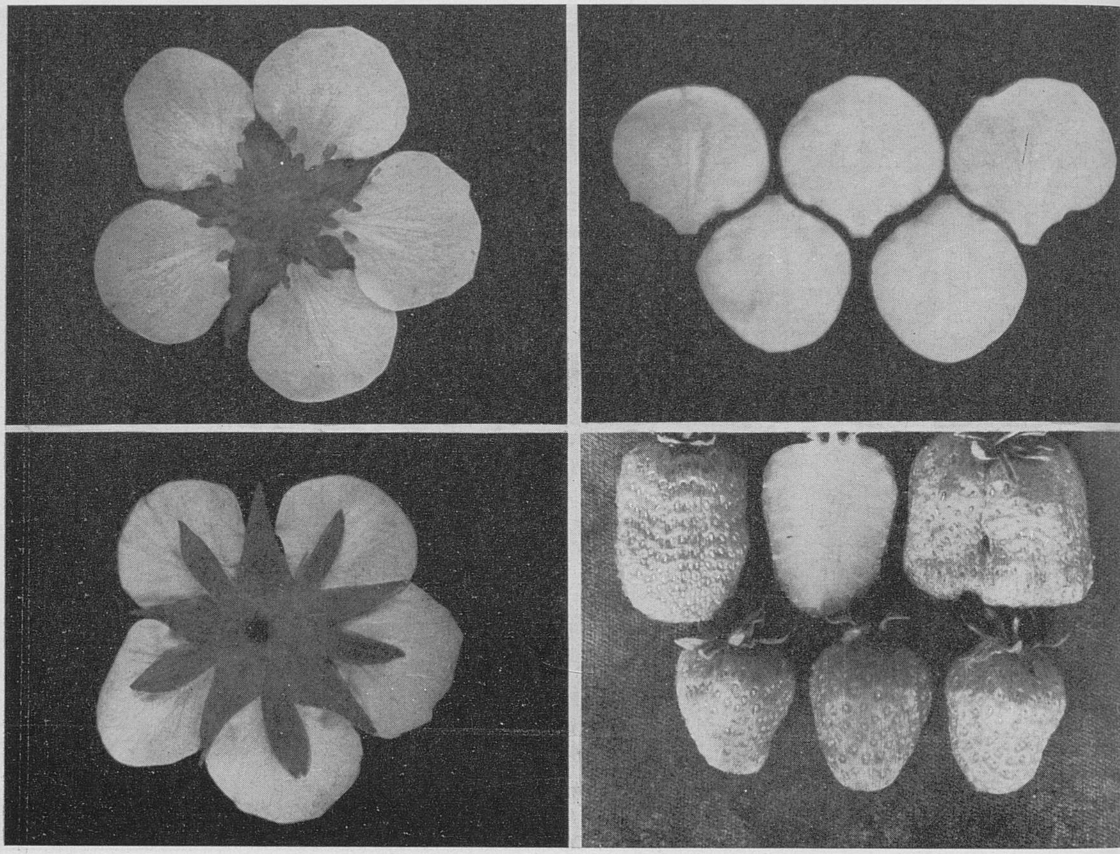
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert ou rosé à l'ombre, rouge à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7,8).
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : les aînés moyens, les cadets seulement petits.
Forme générale : fruits aînés assez différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, légèrement bosselés, coniques, à sommet arrondi et base plane ou arrondie, assez nettement plus hauts que larges.
Aînés : irréguliers, fortement bosselés, généralement méplats et portant fréquemment un ou deux sillons marqués, quelquefois tronconiques.
Couleur externe : rouge orangé à rouge vif, homogène.
Couleur de la chair : orangée.
Couleur de la mèche : rose.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice tangent au fruit, calicule légèrement dressé.
Zone sans akène : moyenne.
Brillant du fruit : moyennement brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, peu parfumée, peu sucrée, moyennement acidulée.
Résistance au transport : très bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété cultivée localement dans le Sud-Est de la France en plein champ et sous châssis. Son fruit peu attractif et son rendement relativement faible la font remplacer de plus en plus par Surprise des Halles en culture de plein champ.

LA MESSAGÈRE

Synonyme :
Obtenteur : R. Message, à Charbuy (Yonne), France.
Origine : issue d'un croisement avec Fertilité (1933).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : légèrement postérieure à celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité : légèrement postérieure à celle de Surprise des Halles.
Émission des stolons : précoce, abondante.
Caractères particuliers :

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port étalé, plante peu touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne à forte.
Position des poils : horizontaux, parfois légèrement dressés.

Limbe :

Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur : beaucoup plus long que large (1,20 à 1,45).
Angle de la base : 80° à 100°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : moyenne à abondante.
Forme générale de la foliole : plane.

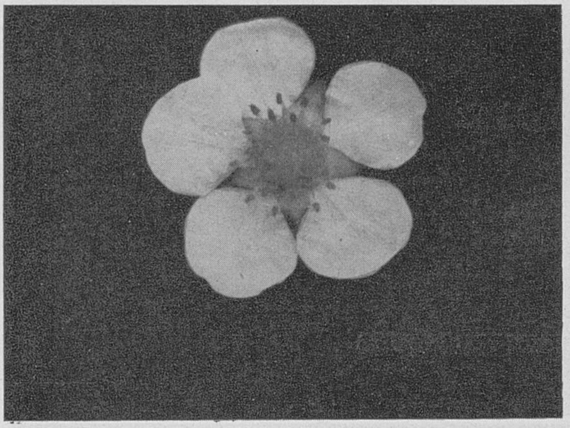
Caractères particuliers :

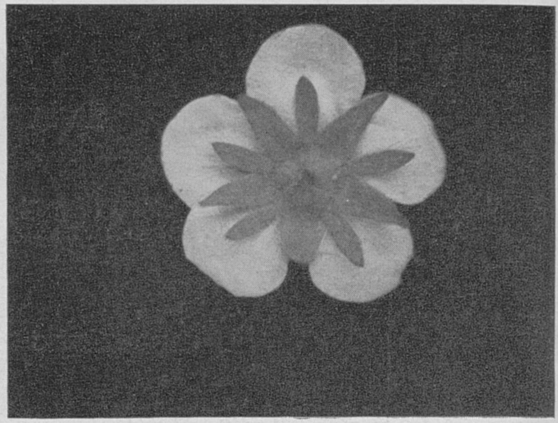
Caractères des stolons :

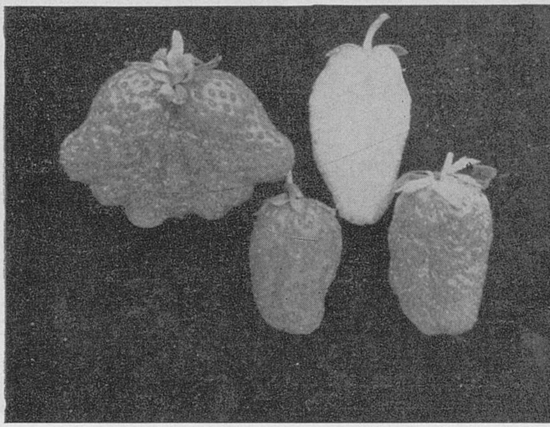
Couleur : rose à l'ombre, plus ou moins rouge à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (7) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales ne se chevauchent pas ;
sépales courts et larges.







CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur: les fruits aînés assez gros, les fruits cadets moyens.
Forme générale: fruits aînés assez différents des fruits cadets.
Cadets: assez réguliers, souvent bosselés, coniques ou cylindriques, à sommet plus ou moins arrondi et base plane, présentant parfois un léger sillon. Nettement plus hauts que larges.
Aînés: irréguliers, cordiformes ou subglobuleux ou parfois même en crête plus ou moins large présentant souvent un ou plusieurs sillons.
Couleur externe: rouge vif à l'insolation, rouge orangé à l'ombre.
Couleur de la chair: rose orangé.
Couleur de la mèche: rose orangé.
Position des akènes: affleurants ou légèrement en saillie.
Position des sépales: calice et calicule tangents au fruit.
Zone sans akène: nulle ou faible.
Brillant du fruit: brillant.
Qualité de la chair: chair moyennement ferme, peu parfumée, peu sucrée, moyennement juteuse.
Résistance au transport: médiocre, les fruits se talent facilement.
Caractères particuliers:
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété précoce et productive qui reste une variété d'amateur à cause de la fragilité de ses fruits.

LOUIS GAUTHIER

Synonyme:
Obtenteur: L. Gauthier, à Caen (Calvados), France (1896).
Origine:

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: légèrement antérieure ou semblable à celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: voisine de celle de Madame Moutot.
Émission des stolons: moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers:
peu sensible à l'oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port dressé, plante peu touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité: moyenne.
Position des poils: légèrement dressés.

Limbe :

Couleur: vert moyen à vert sombre.
Brillant: assez mat.
Rapport longueur/largeur: légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base: 90° à 120°.
Forme de la base: en U.
Pilosité de la face supérieure: moyenne, parfois faible.
Forme générale de la foliole: plane.

Caractères particuliers :

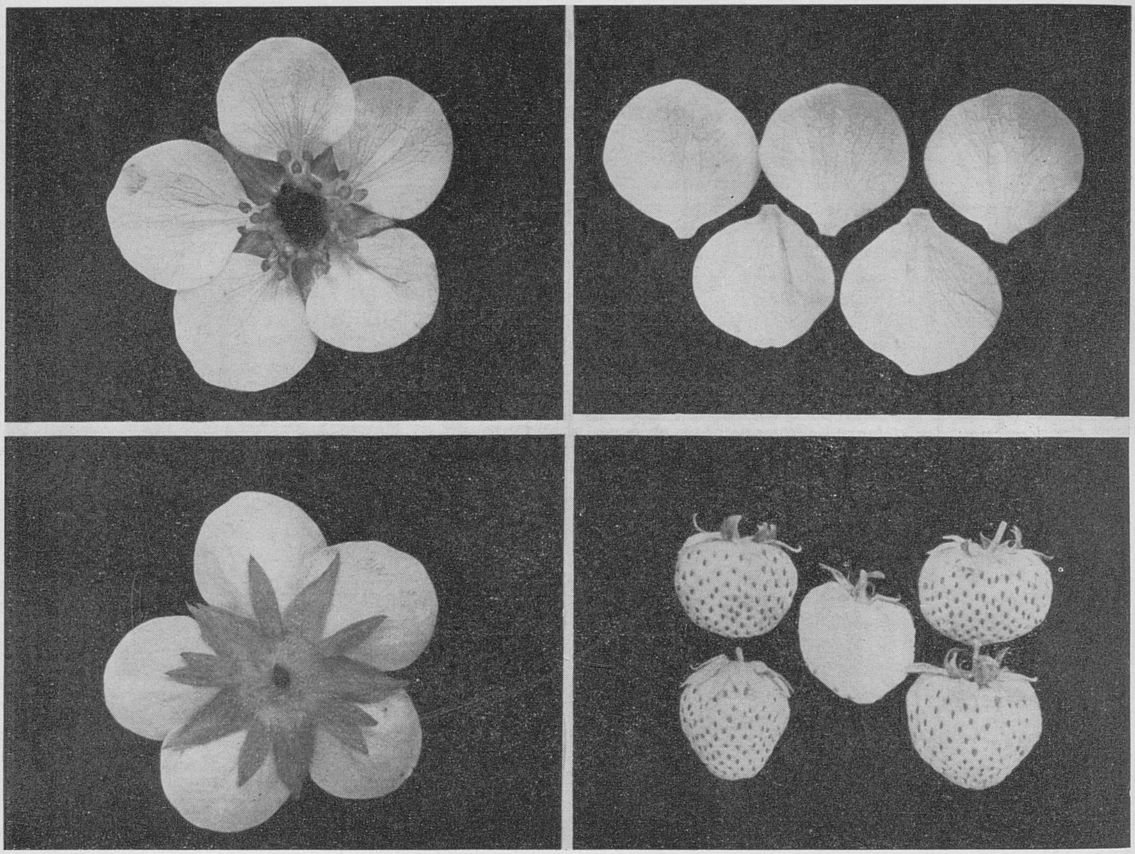
petit feuillage à texture grossière.

Caractères des stolons :

Couleur: vert à l'ombre, rose à rougeâtre à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: 6 (7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales: aussi long que large.
Angle de base du pétale: obtus.
Grandeur respective des pièces florales: s < S < P.
Position des poils sur le pédoncule: appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage: au niveau du feuillage.
Caractères particuliers:



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, subglobuleux à conique, à sommet arrondi et base plane.
Aînés : plus irréguliers, généralement subglobuleux à réniformes, mais parfois méplats et plus ou moins en forme de crête.
Couleur externe : rose pâle à l'insolation, blanc jaunâtre à l'ombre.
Couleur de la chair : blanche ou à peine rosée, un peu translucide.
Couleur de la mèche : légèrement rosée.
Position des akènes : légèrement en saillie.
Position des sépales : calice abaissé à tangent au fruit, calicule tangent ou légèrement dressé.
Zone sans akène : importante.
Brillant du fruit : moyennement brillant.
Qualité de la chair : chair molle, parfumée, très sucrée, fondante.
Résistance au transport : très mauvaise.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Vieille variété française à fruits beaucoup trop mous. Sans intérêt.

MADAME J. LEROY-LADURIE

Synonyme :
Obtenteur : R. Chapron, à Caen (Calvados), France.
Origine : Fertilité × France-Russie (vers 1945).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité : semblable à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers :

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé, plante basse, assez touffue.

Caractères de la feuille :

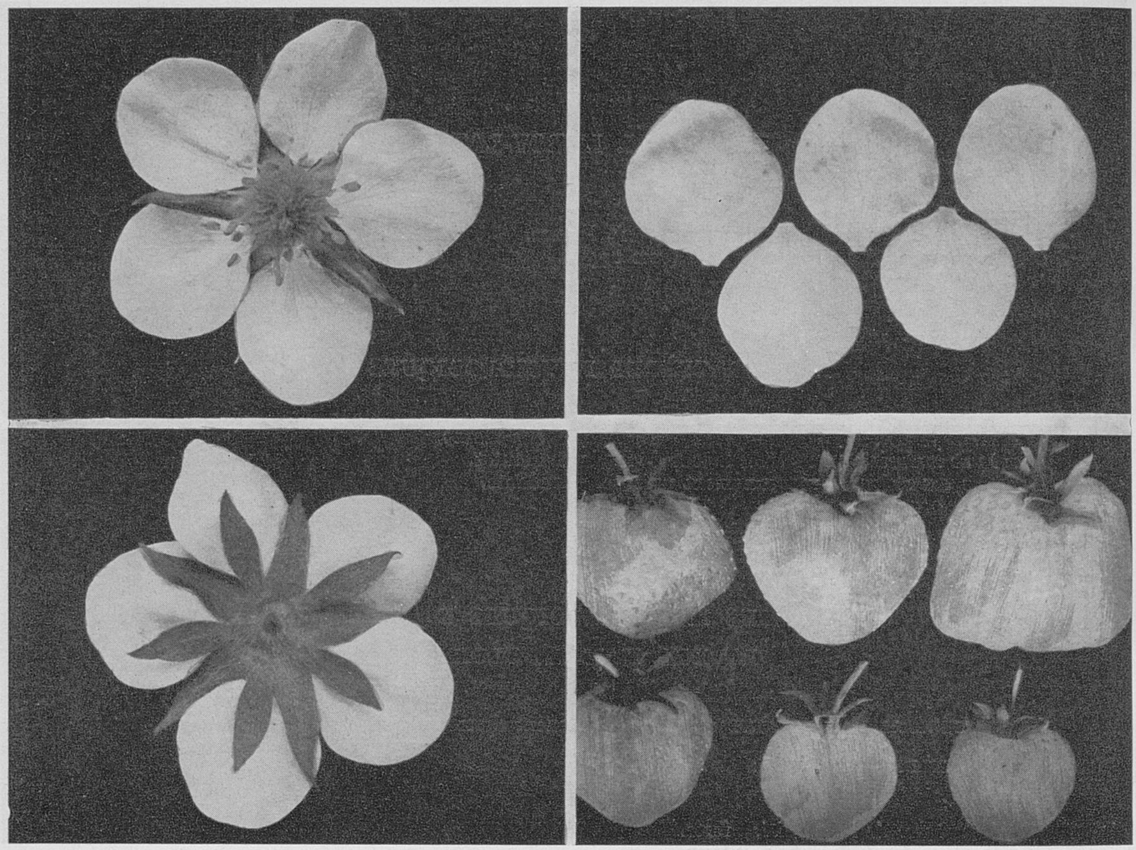
Pétiole :
Importance de la pilosité : forte.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :
Couleur : vert sombre à vert bleuté.
Brillant : assez mat.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,20 à 1,35).
Angle de la base : 80° à 100°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : abondante.
Forme générale de la foliole : plane, parfois légèrement en gouttière.

Caractères particuliers :

Caractères des stolons :
Couleur : vert à l'ombre, rosé à l'insolation.

Caractères de la fleur :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : (7,8) 10.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 7.
Rapport longueur/largeur des pétales : variable.
Angle de base du pétale : obtus, parfois aigu.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous ou au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
grandes fleurs à pétales ondulés.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : variable, fruits aînés parfois très gros, fruits cadets moyens.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, un peu bosselés, coniques à sommet légèrement arrondi et base plane.
Aînés : irréguliers, souvent en large crête, parfois coniques, plus ou moins méplats.
Couleur externe : orangé clair à l'insolation, rose orangé à l'ombre.
Couleur de la chair : blanc rosé.
Couleur de la mèche : rose.
Position des akènes : légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent à légèrement dressé, calicule dressé.
Zone sans akène : faible.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair molle, peu parfumée, non acidulée, peu sucrée, très fade, un peu filandreuse.
Résistance au transport : mauvaise.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice ne se détachent pas très facilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété à fruits de mauvaise coloration et dépourvus de qualités, sans intérêt.

MADAME LEFEBVRE

Synonyme :
Obtenteur :
Origine : inconnue. Mise au commerce avant 1900 par V. Hendriksen (Hollande).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : légèrement antérieure ou semblable à celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers :

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé, plante moyennement touffue.

Caractères de la feuille :

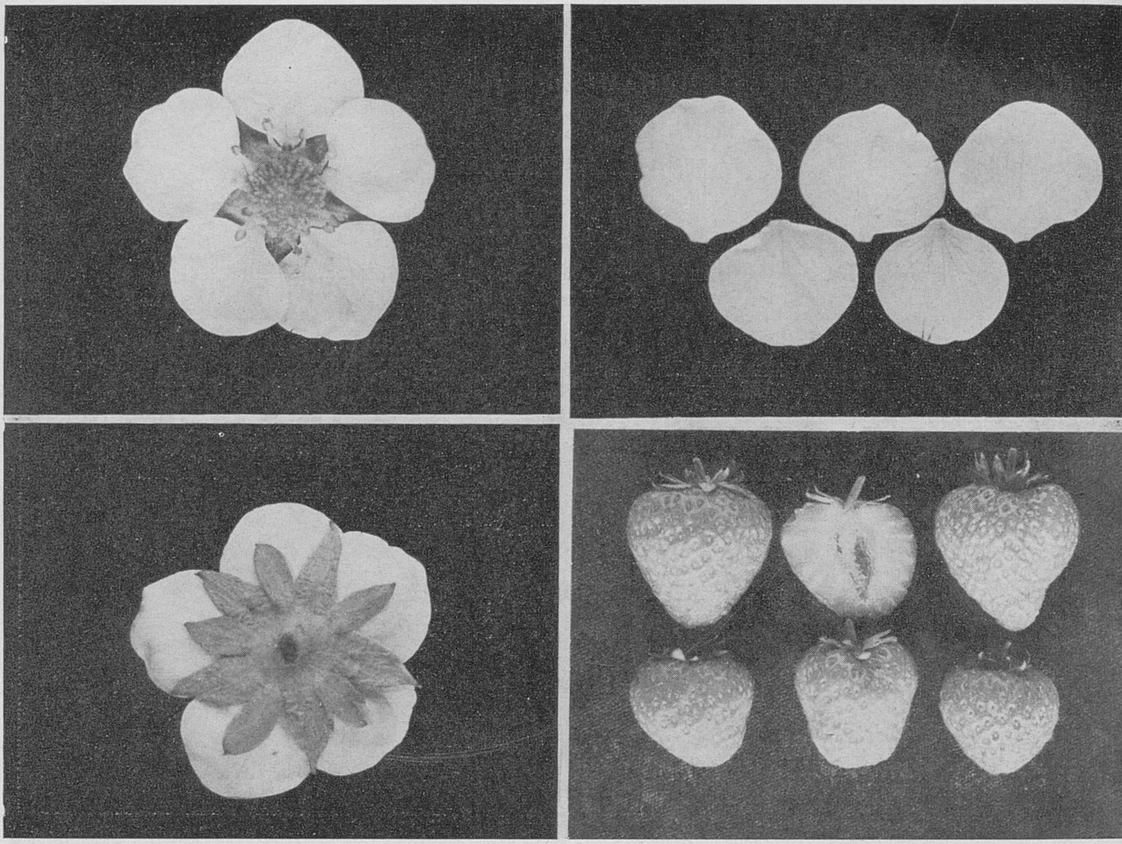
Pétiole :
Importance de la pilosité : forte.
Position des poils : horizontaux, parfois légèrement abaissés.

Limbe :
Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : assez mat.
Rapport longueur/largeur : à peine plus long que large (1,00 à 1,10).
Angle de la base : plus de 120° (130° à 150°).
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : moyenne à abondante.
Forme générale de la foliole : en cuillère.

Caractères particuliers :

Caractères des stolons :
Couleur : vert à l'ombre, rose à l'insolation.

Caractères de la fleur :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs ainées : (6) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus large que long.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : intermédiaire.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent ;
sépales courts et larges ;
étamines souvent mal formées chez les premières fleurs épanouies.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyens à assez gros en début de récolte, les fruits deviennent rapidement petits par la suite.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques légèrement allongés, à sommet moyennement arrondi et base plane.
Aînés : un peu irréguliers, semblables aux cadets ou parfois un peu méplats à sommet plan.
Couleur externe : rouge orangé vif à rouge légèrement vineux, assez homogène.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rose orangé.
Position des akènes : enfoncés ou affleurants.
Position des sépales : calice et calicule tangents au fruit.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair tendre, moyennement parfumée, très légèrement musquée, moyennement sucrée, peu juteuse.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété très cultivée au début du siècle, assez productive, mais à peu près abandonnée aujourd'hui à cause de sa mauvaise résistance au transport.

MADAME MOUTOT

Synonyme : Chaperon rouge. Fraise tomate.
Obtenteur : CH. MOUTOT à Poissy (Seine-et-Oise), France.
Origine : Docteur Morère × Royal Sovereign (1906).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : moyenne saison.
Époque de maturité : moyenne saison.
Émission des stolons : précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
sensible à la chlorose ;
de nombreux clônes présentent de la jaunissure printanière ;
très sensible aux gelées printanières.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port moyennement dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : forte.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert sombre à vert bleuté.
Brillant : assez mat.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base : 100° à 120°.
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : faible.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

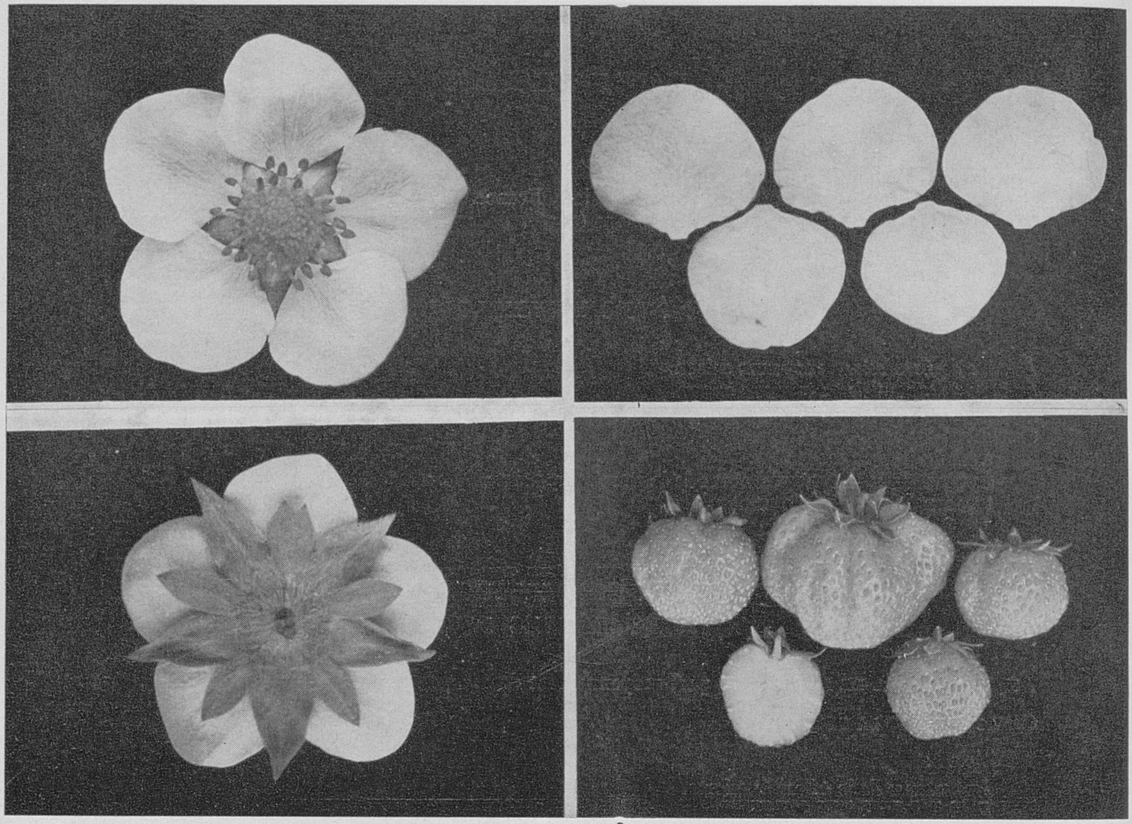
feuillage à texture grossière.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert à l'ombre, rouge à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7) 11.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus large que long.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s < S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires, ou intermédiaire.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent ;
étamines souvent avortées chez les premières fleurs épanouies.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : grosse à très grosse, peu homogène.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, parfois un peu bosselés, subglobuleux, à base légèrement arrondie, un peu plus hauts que larges.
Aînés : irréguliers, assez bosselés, souvent en large crête, ou un peu méplats à sommet presque plan.
Couleur externe : rouge orangé à rouge clair.
Couleur de la chair : rose orangé.
Couleur de la mèche : rose orangé.
Position des akènes : en saillie.
Position des sépales : calice légèrement décollé du fruit, tangent ou légèrement abaissé, calicule moyennement dressé.
Zone sans akène : moyenne.
Brillant du fruit : moyennement brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, moyennement parfumée, peu sucrée, à peine acidulée, peu juteuse, parfois un peu pâteuse.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit, généralement sans mèche ; sommet du fruit souvent mal coloré.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété très productive, à gros fruits, se cueillant facilement ; la plus cultivée en France.

MA PRÉFÉRÉE

Synonyme :
Obtenteur : R. CHAPRON à Caen (Calvados), France.
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert sombre.
Brillant : moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,10 à 1,15).
Angle de la base : 90° à 110°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : abondante.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

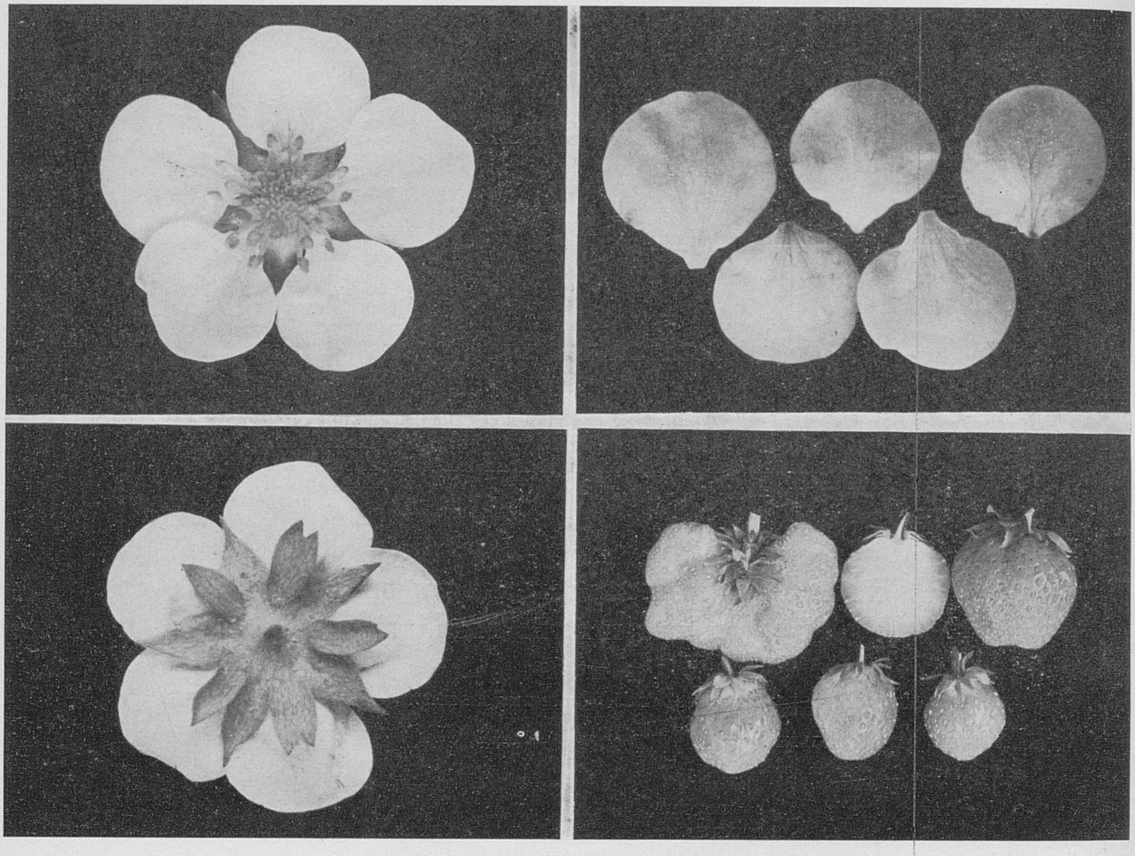
pétioles souvent anthocyanés.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : rosé à l'ombre, rouge à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7,8) 10.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : 5 (6) 7.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, parfois petite.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, coniques à subglobuleux, à sommet légèrement arrondi et base arrondie. Aussi hauts que larges. Les fruits ont tendance à être méplats.
Aînés : plus irréguliers, légèrement bosselés, souvent globuleux à sommet plus ou moins plan mais parfois en large crête.
Couleur externe : rouge vif à l'insolation, rouge orangé à l'ombre.
Couleur de la chair : orangée.
Couleur de la mèche : rose orangé.
Position des akènes : en saillie.
Position des sépales : calice abaissé mais détaché du fruit, calicule tangent au fruit.
Zone sans akène : assez importante.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, moyennement parfumée, moyennement sucrée, peu juteuse.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété moyennement productive à fruits brillants, mais de qualité moyenne, sans intérêt particulier.

MERTON PRINCESS

Synonyme:
Obtenteur: Institut d'Horticulture de John Innes (Grande-Bretagne).
Origine: Royal Sovereign × Merton 31 (vers 1950).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: semblable ou postérieure à celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: voisine de celle de Madame Moutot.
Émission des stolons: assez tardive, peu abondante.
Caractères particuliers:
très sensible aux viroses ;
assez sensible au Botrytis.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port dressé, plante moyennement touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité: moyenne à forte.
Position des poils: horizontaux.

Limbe :

Couleur: vert moyen à vert foncé.
Brillant: moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur: aussi long que large (0,95 à 1,00).
Angle de la base: 110° (120°) 130°.
Forme de la base: intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure: faible.
Forme générale de la foliole: plane.

Caractères particuliers :

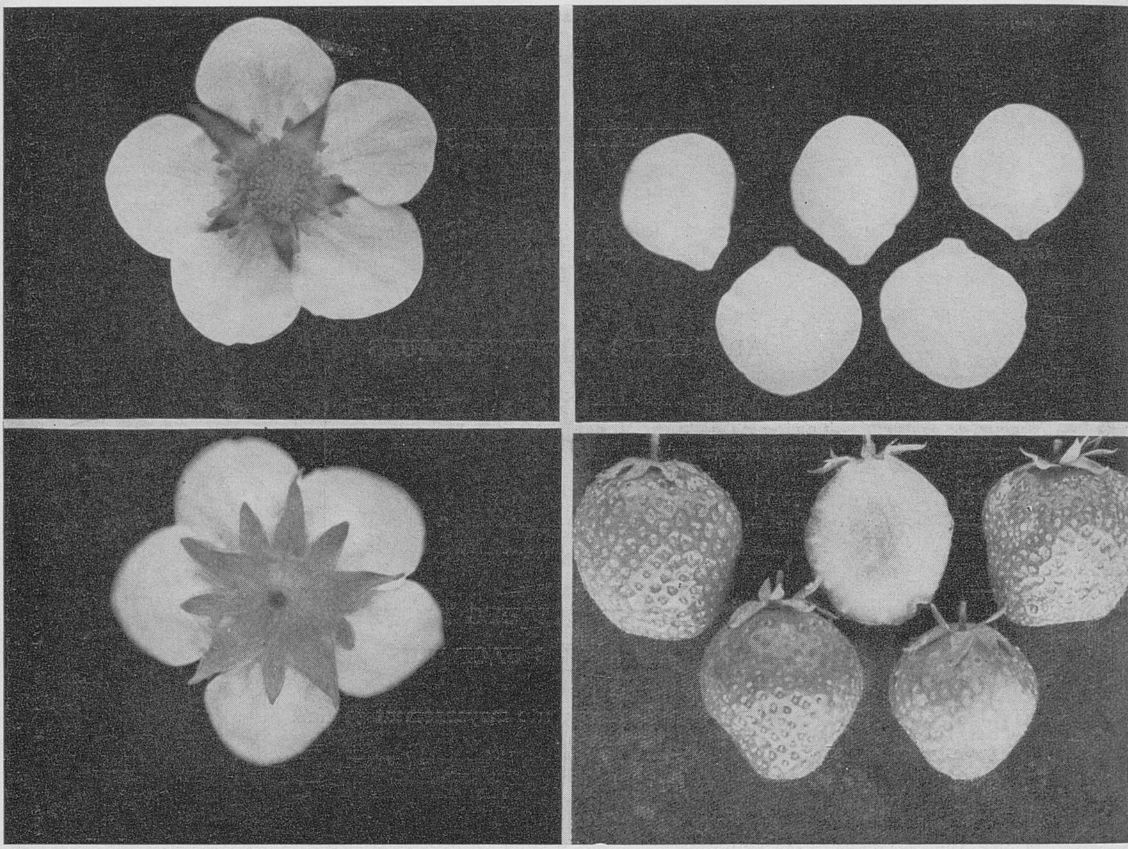
nervures très marquées.

Caractères des stolons :

Couleur: rose à l'ombre, rougeâtre à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: 6 (7) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: (5) 7.
Rapport longueur/largeur des pétales: aussi long que large.
Angle de base du pétale: obtus.
Grandeur respective des pièces florales: s < S < P.
Position des poils sur le pédoncule: appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage: sous le feuillage.
Caractères particuliers:



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : grosse ou très grosse.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, souvent un peu bosselés, d'allure biconique, par suite de leur base très arrondie, et parfois à sommet légèrement pincé. A peine plus hauts que larges.
Aînés : assez irréguliers, souvent méplats, à sommet plan ou en légère crête, parfois coniques, à base et sommet arrondis.
Couleur externe : rouge orangé vif.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rouge orangé.
Position des akènes : affleurants ou légèrement en saillie.
Position des sépales : calice appliqué sur le fruit, calicule abaissé ou tangent.
Zone sans akène : moyenne.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, moyennement parfumée, moyennement sucrée, légèrement acidulée, assez juteuse.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent un peu difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété récente, productive, à gros fruits attractifs et d'assez bonne qualité.

MUSCADE

Synonyme :
Obtenteur : Ch. Simmen à Montmorency (Seine-et-Oise), France vers 1940.
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Époque de maturité : voisine de celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons : précoce et abondante.
Caractères particuliers :
Assez forte stérilité.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port dressé, plante assez touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : dressés.

Limbe :
Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base : 100° à (120°).
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : nulle.
Forme générale de la foliole : plane.

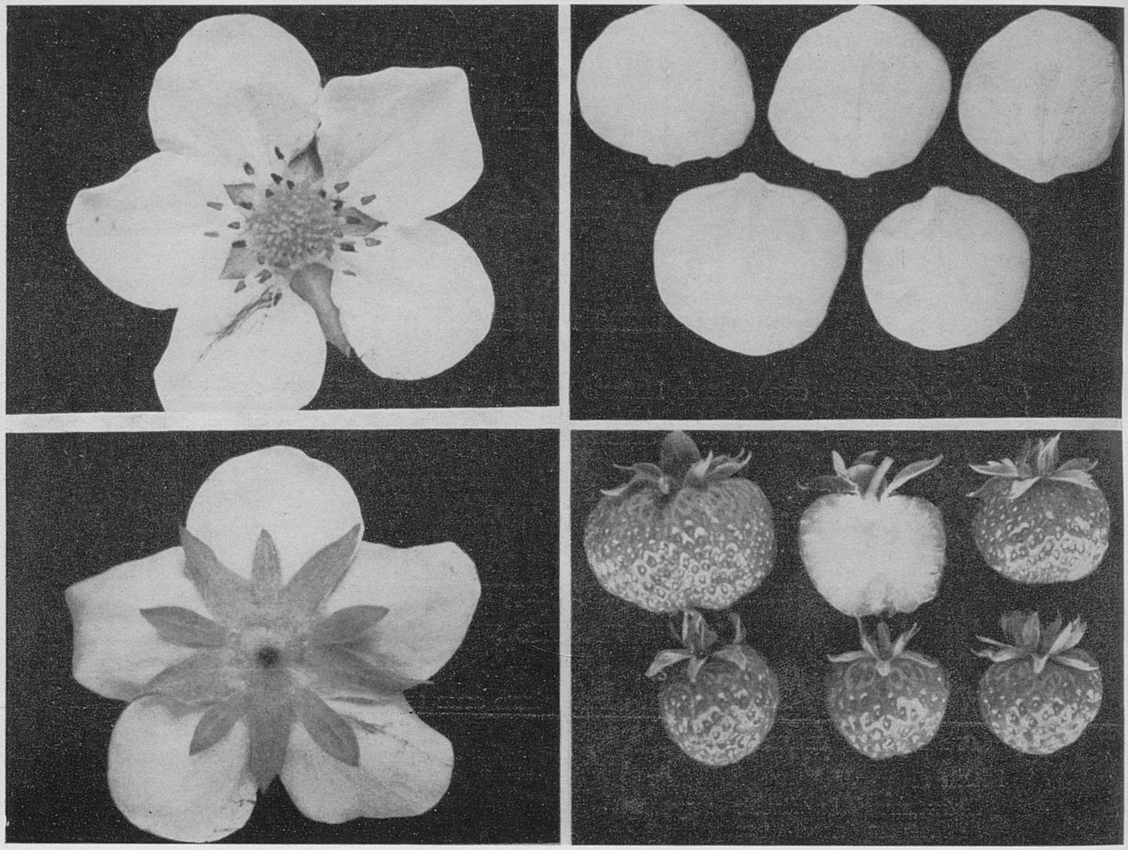
Caractères particuliers :

Caractères des stolons :

Couleur : vert à l'ombre, rosé à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : (6,7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : presque plat.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
grandes fleurs dont les pétales se chevauchent ;
grands sépales.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, homogène.
Forme générale : fruits aînés et cadets de forme assez voisine.
Cadets : réguliers, subglobuleux à base plane, un peu plus larges que hauts.
Aînés : un peu irréguliers, bosselés, réniformes ou subglobuleux, à sommet plan.
Couleur externe : rouge sang.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rouge orangé.
Position des akènes : enfoncés.
Position des sépales : calice tangent au fruit et à extrémités souvent redressées, calicule dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, assez parfumée, musquée, assez sucrée, moyennement juteuse.
Résistance au transport : moyenne.
Caractères particuliers :
Pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété peu productive par suite d'une importante stérilité. Variété d'amateur.

PERLE DE PRAGUE

Synonyme :
Obtenteur :
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : légèrement postérieure à celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : très précoce et très abondante.
Caractères particuliers :
sensibilité moyenne à l'oïdium ;
importante stérilité ;
floraison très abondante.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante haute, moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : très brillant.
Rapport longueur/largeur : beaucoup plus long que large (1,35 à 1,45).
Angle de la base : 80° à 90°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : nulle ou très faible.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

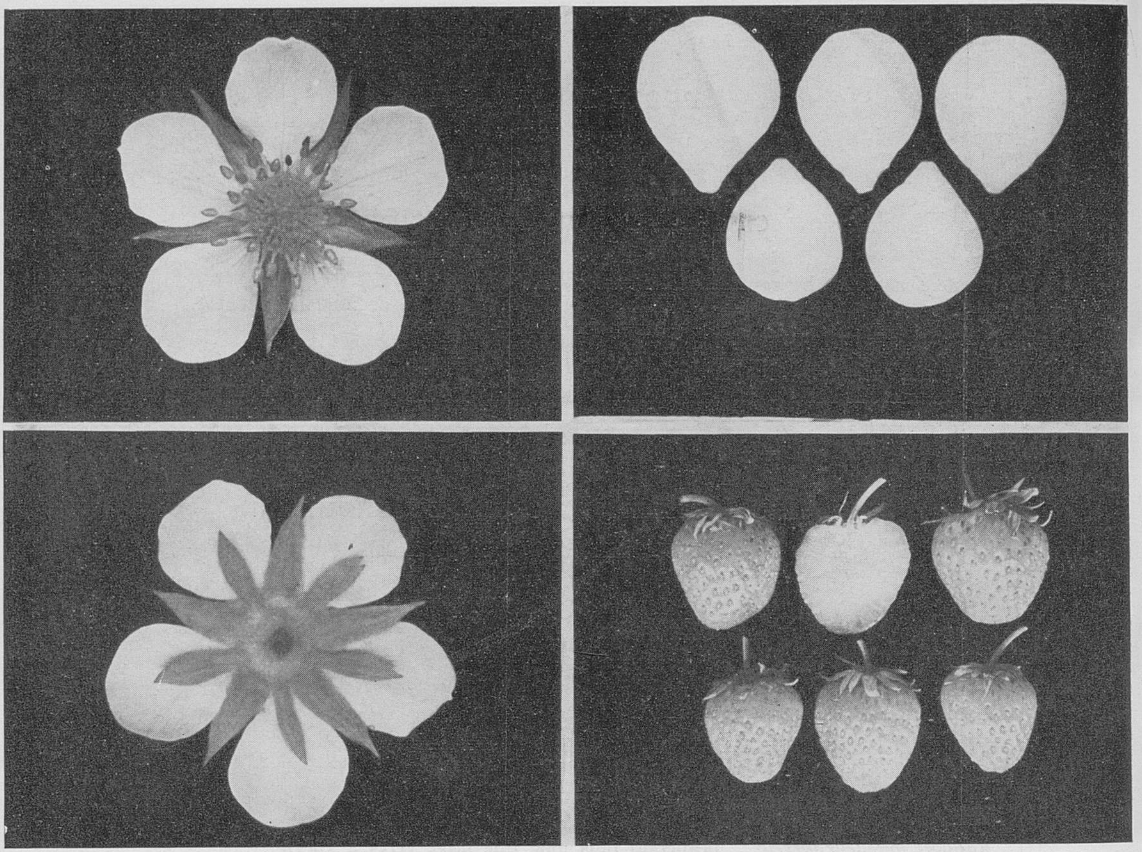
limbe mince et souple ;
pétioles parfois très anthocyanés.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : très rouge.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (8) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : beaucoup plus long que large.
Angle de base du pétale : aigu.
Grandeur respective des pièces florales : $s < S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au-dessus du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales distants les uns des autres ;
sépales et sépalules très effilés ;
pétales souvent ourlés ou ondulés.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, homogène.
Forme générale : fruits aînés et cadets de forme identique.
Cadets : très réguliers, coniques, légèrement allongés, à sommet et base plus ou moins arrondis.
Aînés : (voir cadets).
Couleur externe : rouge vif, homogène.
Couleur de la chair : orangée.
Couleur de la mèche : rouge orangé.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice tangent au fruit et à extrémités généralement redressées, calicule légèrement dressé.
Zone sans akène : nulle ou faible.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair tendre, assez parfumée, moyennement sucrée, peu acidulée, juteuse.
Résistance au transport : médiocre, les fruits se talent très facilement.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Cette variété relativement productive et cultivée sur d'assez grandes surfaces en Grande-Bretagne vers 1935 a été peu à peu abandonnée, sa résistance au transport étant insuffisante et ses fleurs sujettes aux gelées printanières.

POCAHONTAS

Synonyme :
Obtenteur : Département d'Agriculture du Maryland à Beltsville (U. S. A.).
Origine : Tennesse Shipper × Midland (vers 1950).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : légèrement postérieure à celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, très abondante.
Caractères particuliers :
peu sensible à l'oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante assez touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux, parfois légèrement dressés.

Limbe :

Couleur : vert moyen.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur /largeur : légèrement plus long que large (1,15 à 1,20).
Angle de la base : 90 à 110°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : abondante à moyennement abondante.
Forme générale de la foliole : légèrement en gouttière.

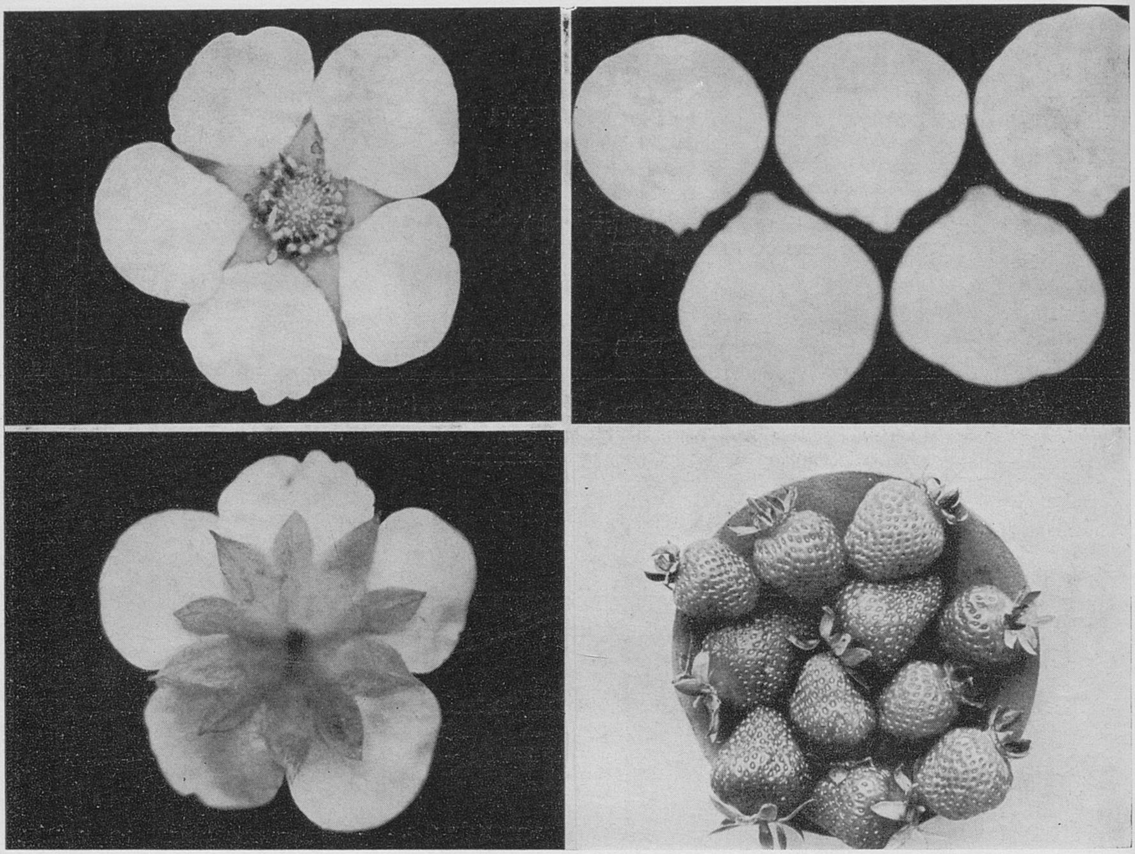
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS.

Couleur : vert à l'ombre, rose à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (7,8) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) rarement 6.
Rapport longueur /largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ≪ P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
sépales courts ;
fleurs en coupe.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : assez grosse, mais diminuant au fur et à mesure des récoltes.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des fruits cadets.
Cadets : très réguliers, coniques, allongés, à sommet arrondi et à base légèrement arrondie.
Aînés : un peu irréguliers, légèrement bosselés, tronconiques ou parfois plus ou moins méplats, à sommet plan, et présentant un ou deux sillons peu profonds.
Couleur externe : rouge vif à rouge sang.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rouge orangé.
Position des akènes : enfoncés.
Position des sépales : calice bien détaché du fruit, tangent au fruit ou légèrement dressé, calicule dressé.
Zone sans akène : assez importante.
Brillant du fruit : moyennement brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, légèrement parfumée, peu sucrée, légèrement acidulée.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit ;
pédoncules fins, fruits se cueillant facilement ;
petits akènes.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété nouvellement introduite en France, à fruits de grosseur peut-être insuffisante.

PRÉCOCE MUSQUÉE

Synonyme :
Obtenteur : Ch. Simmen à Montmorency (Seine-et-Oise), France.
Origine : descendante de Muscade (vers 1950).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : précoce, peu abondante.
Caractères particuliers :
très sensible à l'Oïdium ;
sensible à la chlorose.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé, plante assez touffue.

Caractères de la feuille :

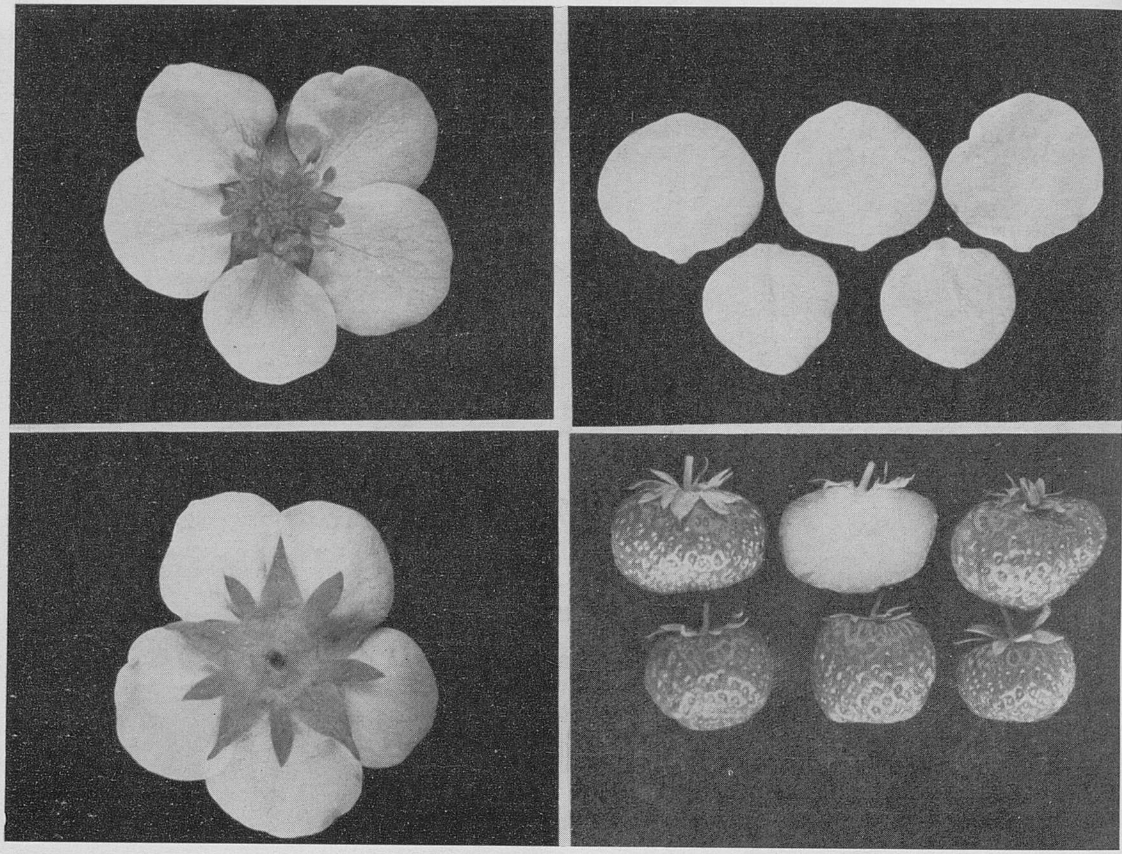
Pétiole :
Importance de la pilosité : faible.
Position des poils : très dressés, appliqués le long du pétiole.

Limbe :
Couleur : vert clair.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,10 à 1,15).
Angle de la base : 90° à (110°).
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : nulle ou très faible.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :
feuillage toujours un peu cloqué.

Caractères des stolons :
Couleur : vert ou rosé à l'ombre, rose à l'insolation.

Caractères de la fleur :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7).
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) rarement 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : presque plat.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés, peu différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, subglobuleux ou légèrement réniformes à base plane. Plus larges que hauts.
Aînés : (voir cadets).
Couleur externe : rouge vineux à l'insolation, rouge vif à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge vif.
Couleur de la mèche : rouge vif.
Position des akènes : légèrement enfoncés.
Position des sépales : calice tangent au fruit, calicule tangent ou légèrement dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, très parfumée, musquée, moyennement sucrée, légèrement acidulée.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété peu productive, trop sensible à l'Oïdium, variété d'amateur.

RÉGAL

Synonyme :
Obtenteur : Ch. Simmen à Montmorency (Seine-et-Oise), France (1936).
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers :
très sensible à l'Oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement étalé, plante assez touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux ou légèrement dressés.

Limbe :

Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : très brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,20 à 1,30).
Angle de la base : 80° à 100°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : faible à moyenne.
Forme générale de la foliole : légèrement en gouttière.

Caractères particuliers :

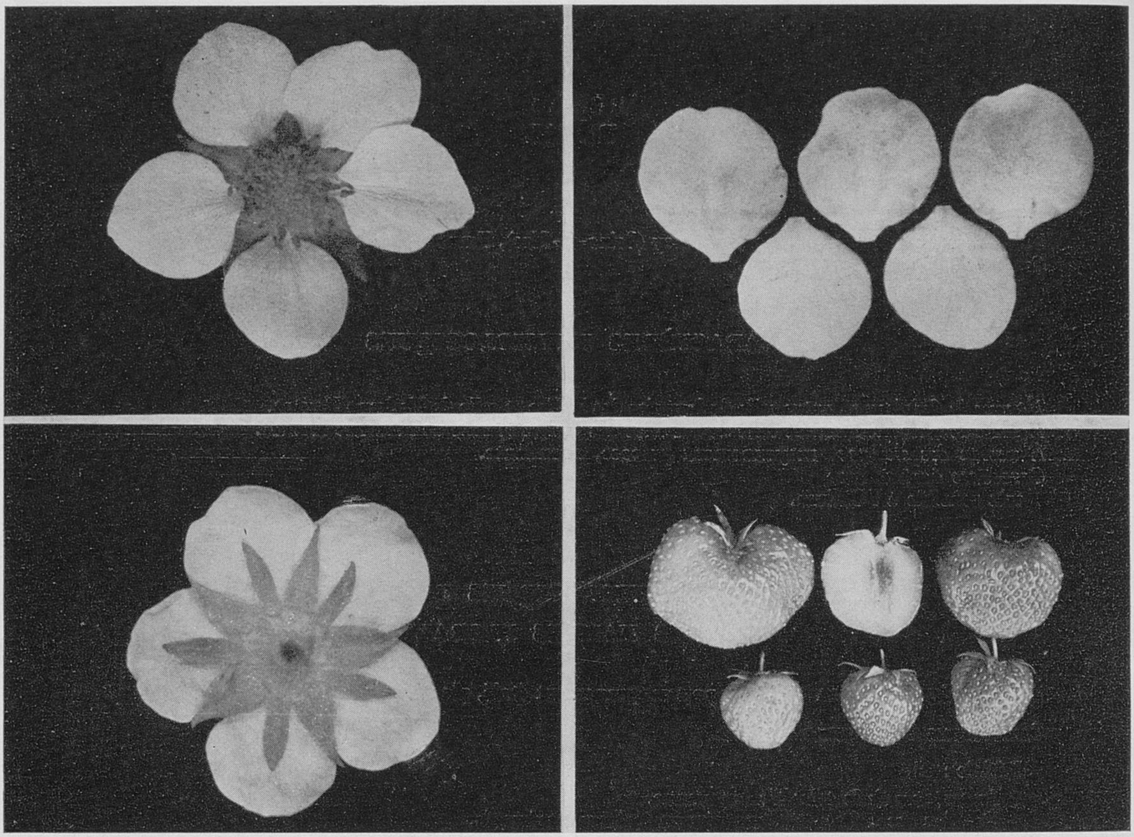
folioles assez épaisses.

Caractères des stolons :

Couleur : vert à l'ombre, rougeâtre à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (8) 10.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ⩽ P.
Position des poils sur le pédoncule : intermédiaire.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
sépales courts.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, peu homogène.
Forme générale : fruits aînés assez différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, légèrement bosselés, généralement coniques, à sommet arrondi et base plane, mais parfois subglobuleux. Un peu plus larges que hauts.
Aînés : irréguliers, assez bosselés, souvent réniformes, aplatis mais parfois globuleux ou méplats à sommet plan.
Couleur externe : rouge sang à rouge sombre, assez homogène.
Couleur de la chair : rouge sang.
Couleur de la mèche : rouge sang.
Position des akènes : affleurants ou très légèrement en saillie.
Position des sépales : calice et calicule tangents au fruit, ou appliqués.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : moyennement brillant.
Qualité de la chair : chair tendre, assez sucrée, juteuse, parfumée, légèrement musquée, légèrement acidulée.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété productive, mais donnant des fruits trop peu attractifs.

RÉGINA

Synonyme :
Obtenteur : Max Planck Institut à Hambourg (Allemagne).
Origine : issue du croisement d'un semis de variété américaine, par Deutsch Evern (vers 1950).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : légèrement postérieure à celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité : légèrement postérieure à celle de Surprise des Halles.
Émission des stolons : précoce, abondante.
Caractères particuliers :
assez sensible à l'Oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé, plante moyennement touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité : forte.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert moyen.
Brillant : assez mat.
Rapport longueur/largeur : beaucoup plus long que large (1,30 à 1,50).
Angle de la base : 80° (90°) 100°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : moyenne à abondante.
Forme générale de la foliole : en gouttière.

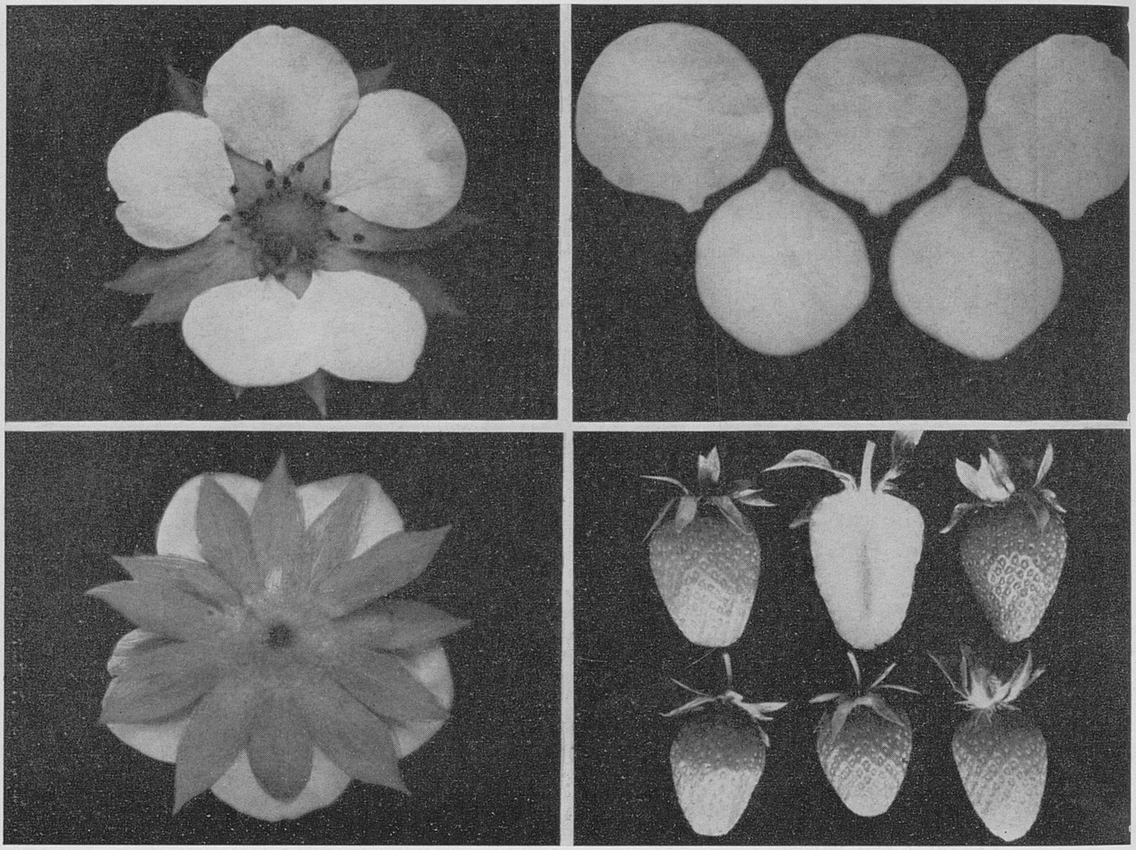
Caractères particuliers :

Caractères des stolons :

Couleur : rose à l'ombre, rouge à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 à 7.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) rarement 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ⩾ P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
fleurs souvent en coupe ;
pédoncules fins ;
hampes florales se ramifiant dès la base ;
calice et calicule souvent très grands chez les premières fleurs.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, mais diminuant au cours de la récolte, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés et cadets de forme voisine.
Cadets : réguliers, coniques à sommet généralement assez pointu et base arrondie. Nettement plus hauts que larges.
Aînés : identiques aux cadets ou à sommet bifurqué.
Couleur externe : rouge orangé clair.
Couleur de la chair : orangée.
Couleur de la mèche : orangée.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice abaissé à légèrement dressé, calicule assez dressé, tous deux détachés du fruit.
Zone sans akène : moyenne.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, assez parfumée, assez sucrée, fondante.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent très facilement du fruit, sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Excellente variété précoce, mais semblant craindre la sécheresse.

REINE DES PRÉCOCES

Synonyme: Marie-Louise (région de Carpentras).
Obtenteur: CHAPRON, à Caen (Calvados), France.
Origine: Madame Moutot × La Noble (vers 1935).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons: assez précoce, abondante.
Caractères particuliers:

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port moyennement dressé, plante peu touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité: moyenne.
Position des poils: horizontaux, parfois légèrement dressés.

Limbe :

Couleur: vert moyen à vert sombre.
Brillant: moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur: plus long que large (1,10 à 1,25).
Angle de la base: 80° à 110°.
Forme de la base: en U.
Pilosité de la face supérieure: nulle ou faible.
Forme générale de la foliole: bien en cuillère.

Caractères particuliers :

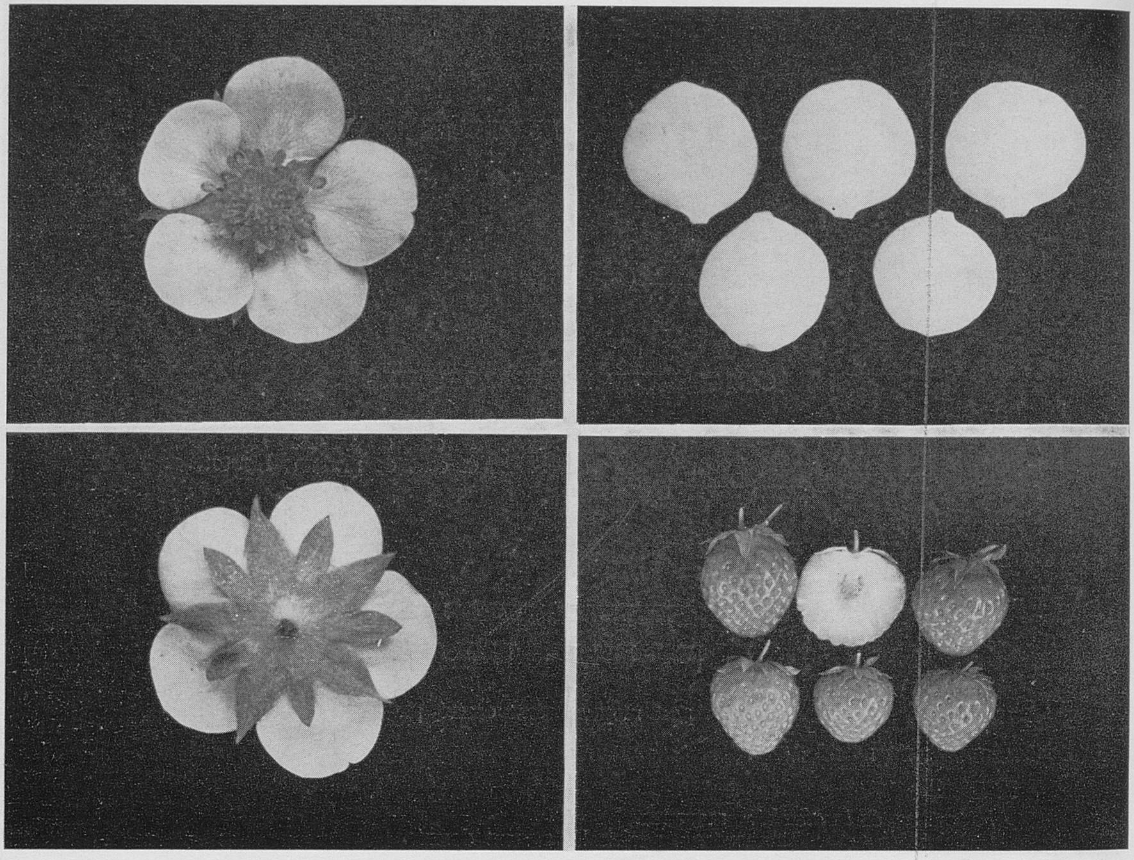
parfois 4 ou 5 folioles.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur: vert à l'ombre, rouge à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: 5 (6) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales: aussi long que large.
Angle de base du pétale: obtus.
Grandeur respective des pièces florales: s ⩽ S ⩽ P.
Position des poils sur le pédoncule: intermédiaire.
Position des fleurs par rapport au feuillage: légèrement sous le feuillage.
Caractères particuliers:



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés et cadets de forme identique.
Cadets : réguliers, coniques, à sommet légèrement arrondi et à base bien arrondie. Aussi hauts que larges.
Aînés : (voir cadets).
Couleur externe : rouge vif, homogène.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rose orangé.
Position des akènes : bien enfoncés.
Position des sépales : calice, calicule légèrement abaissés, presque toujours détachés du fruit.
Zone sans akène : moyenne.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, moyennement parfumée, moyennement sucrée, assez juteuse.
Résistance au transport : assez bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété produisant de très beaux fruits, mais peu productive.

REINE LOUISE

Synonyme :
Obtenteur : A. GOESCHKE, à Köthen (Allemagne) vers 1900.
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : intermédiaire entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons : assez précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
peu sensible à l'Oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port bien dressé, plante touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

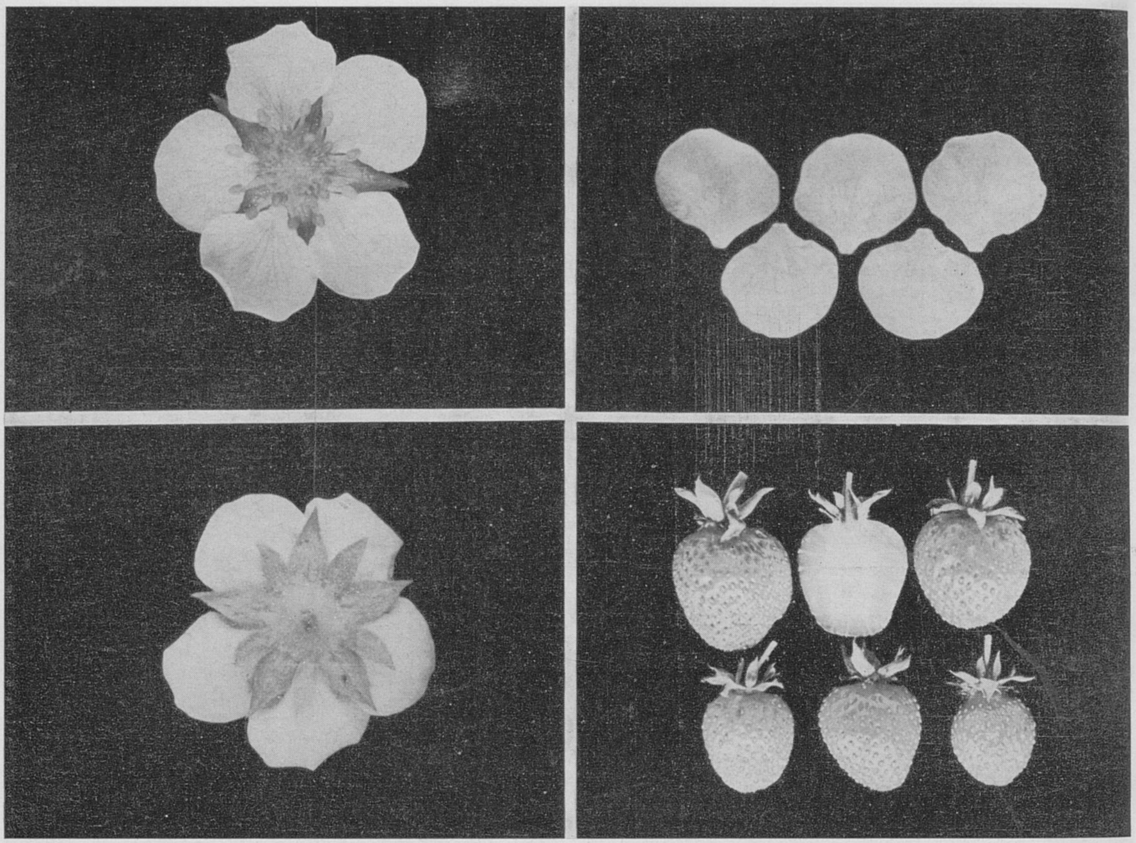
Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :
Couleur : vert moyen.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : beaucoup plus long que large (1,25 à 1,40).
Angle de la base : 70° à 90°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : abondante.
Forme générale de la foliole : plane, parfois légèrement en gouttière.

Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :
Couleur : vert à l'ombre, rosé à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 7,8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : 5,6.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus large que long.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s $\leqslant$ S $\leqslant$ P.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
Étamines souvent avortées chez les premières fleurs formées.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, coniques, légèrement allongés, à sommet plus ou moins arrondi et à base arrondie.
Aînés : plus irréguliers, semblables aux cadets ou tronconiques à sommet plan.
Couleur externe : rouge vif, homogène.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rose.
Position des akènes : assez nettement en saillie, parfois affleurants.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement dressé, calicule très dressé. Tous deux bien détachés du fruit.
Zone sans akène : moyenne.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, légèrement parfumée, moyennement sucrée, assez juteuse.
Résistance au transport : moyenne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent plus ou moins facilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Vieille variété pratiquement abandonnée.

ROBINSON

Synonyme :
Obtenteur : J. C. Haley (Michigan, U. S. A.).
Origine : Howard 17 × Washington.

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : voisine de celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, assez abondante.
Caractères particuliers :
moyennement sensible à l'Oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé, plante peu touffue de faible vigueur.

Caractères de la feuille :

Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux ou légèrement abaissés.

Limbe :
Couleur : vert moyen.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : beaucoup plus long que large (1,25 à 1,50).
Angle de la base : 70° (80°) 90°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : moyenne à abondante.
Forme générale de la foliole : en cuillère.

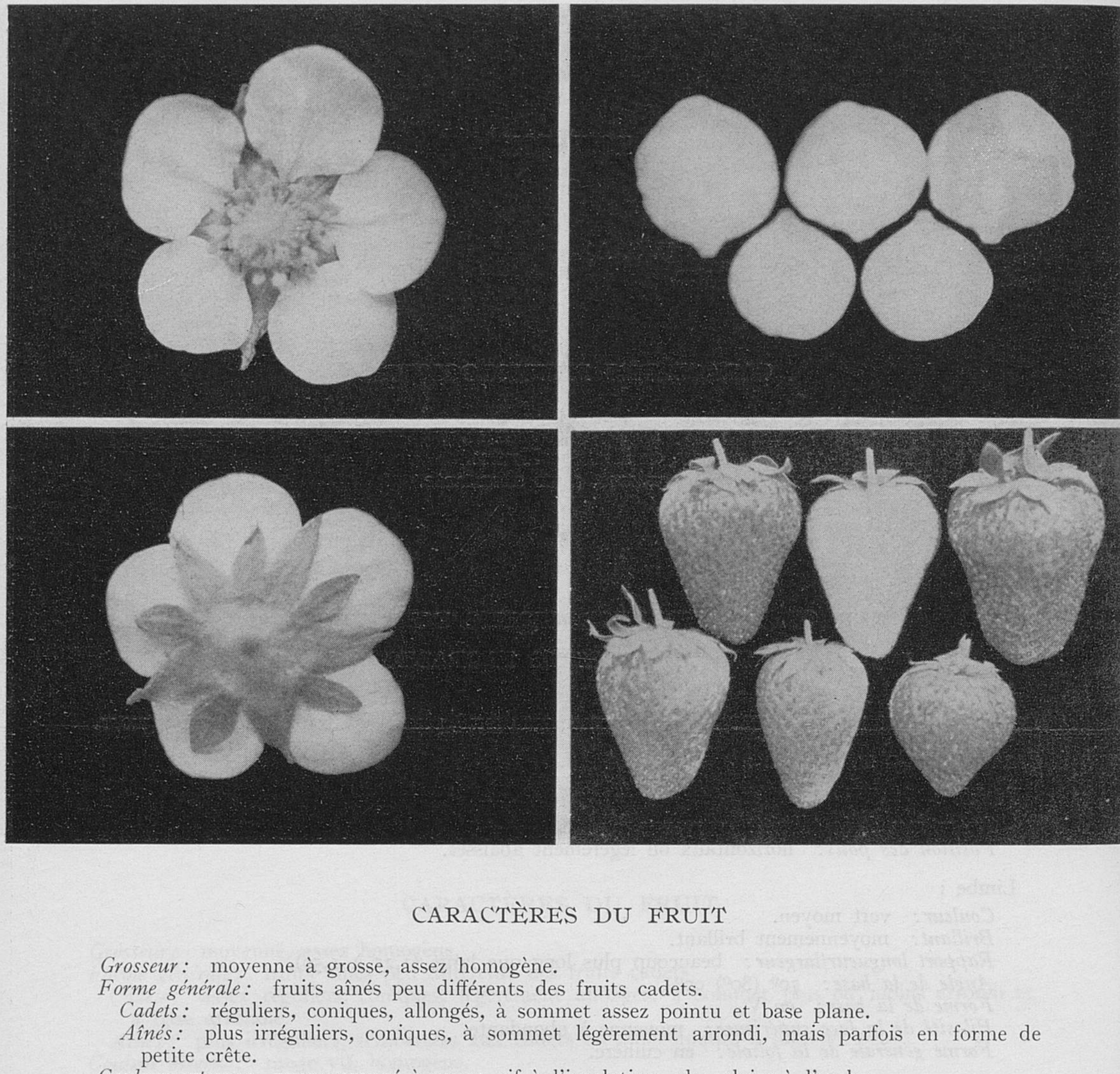
Caractères particuliers :

Caractères des stolons :

Couleur : vert, rarement teinté de rose, stolons fins.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 à 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) rarement 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S < P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne à grosse, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, allongés, à sommet assez pointu et base plane.
Aînés : plus irréguliers, coniques, à sommet légèrement arrondi, mais parfois en forme de petite crête.
Couleur externe : rouge orangé à rouge vif à l'insolation, plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rouge orangé.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice tangent au fruit, calicule tangent à légèrement dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, peu parfumée, moyennement sucrée, légèrement acidulée.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété produisant d'assez beaux fruits, mais peu productive.

ROYAL SOVEREIGN

Synonyme: Royale (région de Plougastel).
Obtenteur: Laxton à Bedford (Grande-Bretagne).
Origine: Noble × King of the Earliest (1893).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Époque de maturité: entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons: moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers:
très sensible à l'Oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé, plante moyennement touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité: moyenne.
Position des poils: horizontaux, parfois légèrement abaissés.

Limbe :

Couleur: vert moyen.
Brillant: mat.
Rapport longueur/largeur: légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base: 100° à 120°.
Forme de la base: en U.
Pilosité de la face supérieure: nulle ou faible.
Forme générale de la foliole: plane.

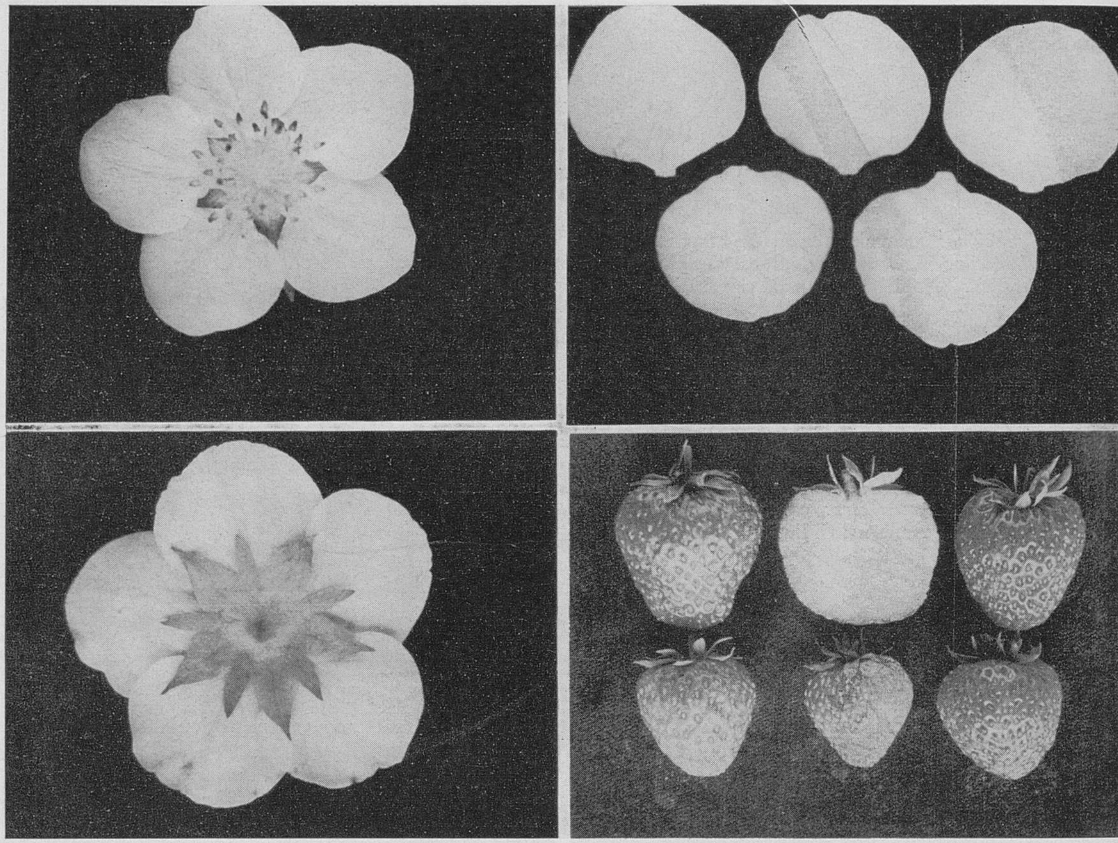
Caractères particuliers :

Caractères des stolons :

Couleur: rouge.

Caractères de la fleur :

Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: 6 (7).
Nombre de pétales des fleurs cadettes: (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales: presque aussi long que large.
Angle de base du pétale: presque plat.
Grandeur respective des pièces florales: s < S < P.
Position des poils sur le pédoncule: appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage: sous le feuillage.
Caractères particuliers:
pétales se chevauchent fortement.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, légèrement allongés, à sommet assez pointu et base plane ou légèrement arrondie.
Aînés : assez réguliers, parfois légèrement bosselés, coniques à sommet plus ou moins arrondi, ou méplats à sommet plan.
Couleur externe : rouge vif, parfois légèrement vineux à l'insolation, rouge orangé à l'ombre.
Couleur de la chair : orangée, assez claire.
Couleur de la mèche : rose.
Position des akènes : en saillie.
Position des sépales : calice abaissé ou tangent au fruit, calicule légèrement dressé.
Zone sans akène : faible.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair assez ferme, parfumée, sucrée, moyennement juteuse, légèrement acidulée, malheureusement souvent âcre par suite des attaques d'Oïdium.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété trop peu productive et trop sensible à l'Oïdium, sans grand intérêt.

ROYALE DU VAUCLUSE

Synonyme :
Obtenteur :
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : légèrement antérieure à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
très peu rustique.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port moyennement dressé, plante moyennement touffue, rappelant Madame Moutot.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,10 à 1,30).
Angle de la base : 90° (100°) 110°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : faible.
Forme générale de la foliole : plane.

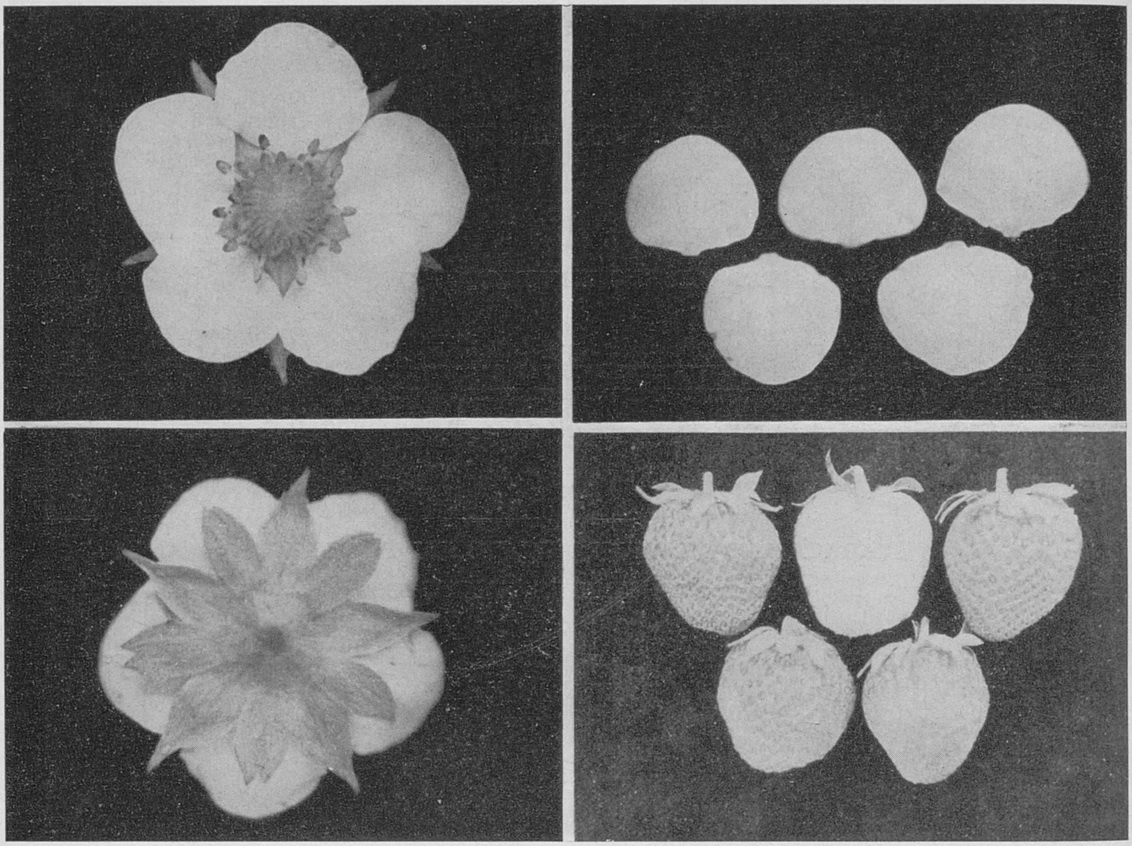
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert à l'ombre, rose ou rougeâtre à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : (5.6) 7.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus large que long.
Angle de base du pétale : presque plat.
Grandeur respective des pièces florales : $s < S \geqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne ou assez grosse.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, à sommet légèrement arrondi et base plane ou peu arrondie. A peu près aussi hauts que larges.
Aînés : assez réguliers, légèrement bosselés, généralement tronconiques, à sommet plus ou moins arrondi, mais parfois un peu méplats à sommet plan.
Couleur externe : rouge orangé à rouge vif, un peu plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : blanc rosé.
Couleur de la mèche : rose.
Position des akènes : légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent au fruit, calicule légèrement dressé.
Zone sans akène : moyenne.
Brillant du fruit : peu brillant.
Qualité de la chair : chair assez ferme, moyennement parfumée, peu sucrée, légèrement acidulée.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété locale du Sud-Est, en régression.

SANNIER

Synonyme : Vicomtesse de Saint-Geniez.
Obtenteur :
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : voisine de celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : précoce, abondante.
Caractères particuliers :
peu sensible à l'Oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port étalé, plante moyennement touffue, peu vigoureuse.

Caractères de la feuille :

Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne à forte.
Position des poils : abaissés.

Limbe :
Couleur : vert moyen.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,20 à 1,35).
Angle de la base : 80° (90°) 100°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : abondante.
Forme générale de la foliole : plane.

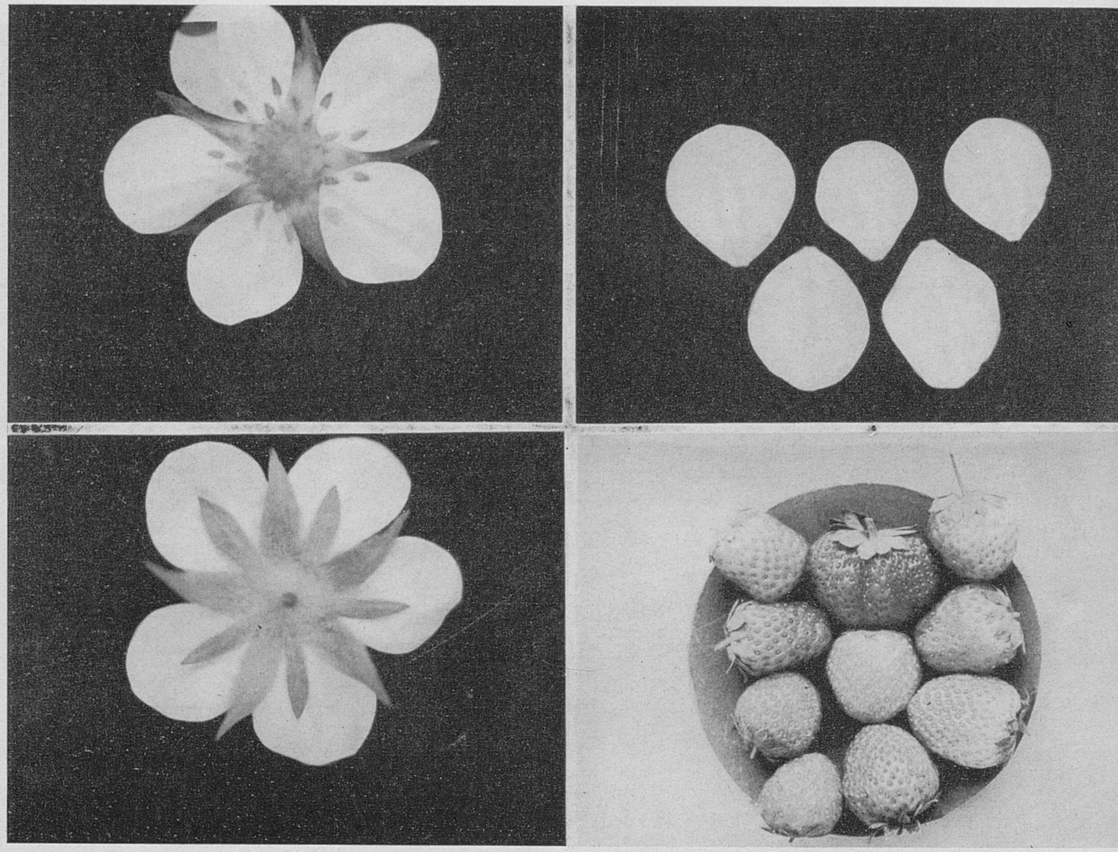
Caractères particuliers :

Caractères des stolons :

Couleur : vert à l'ombre, rose à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : légèrement plus long que large.
Angle de base du pétale : aigu.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau ou sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales ne se chevauchent pas ;
petites fleurs très plates.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur: petite à moyenne, homogène.
Forme générale: fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets: réguliers, subglobuleux ou coniques, à sommet arrondi et base plane, aussi hauts que larges.
Aînés: un peu irréguliers, tantôt subglobuleux aplati, tantôt coniques, parfois méplats.
Couleur externe: rouge vif à rouge vineux à l'insolation, plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair: rouge.
Couleur de la mèche: rose.
Position des akènes: enfoncés.
Position des sépales: calice et calicule appliqués sur le fruit ou tangents.
Zone sans akène: nulle.
Brillant du fruit: assez brillant.
Qualité de la chair: chair tendre, parfumée, légèrement musquée, sucrée, non acidulée.
Résistance au transport: médiocre.
Caractères particuliers:
pédoncule et calice se détachent plus ou moins facilement du fruit, généralement avec la mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété cultivée localement dans la vallée du Lot, très peu productive, mais réputée pour sa saveur.

SÉNATEUR BOISSEL

Synonyme: Madame Duboulay.
Obtenteur: J. BLANCHOUIN, France.
Origine: Marguerite × Amiral Dundas.

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons: moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers:

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

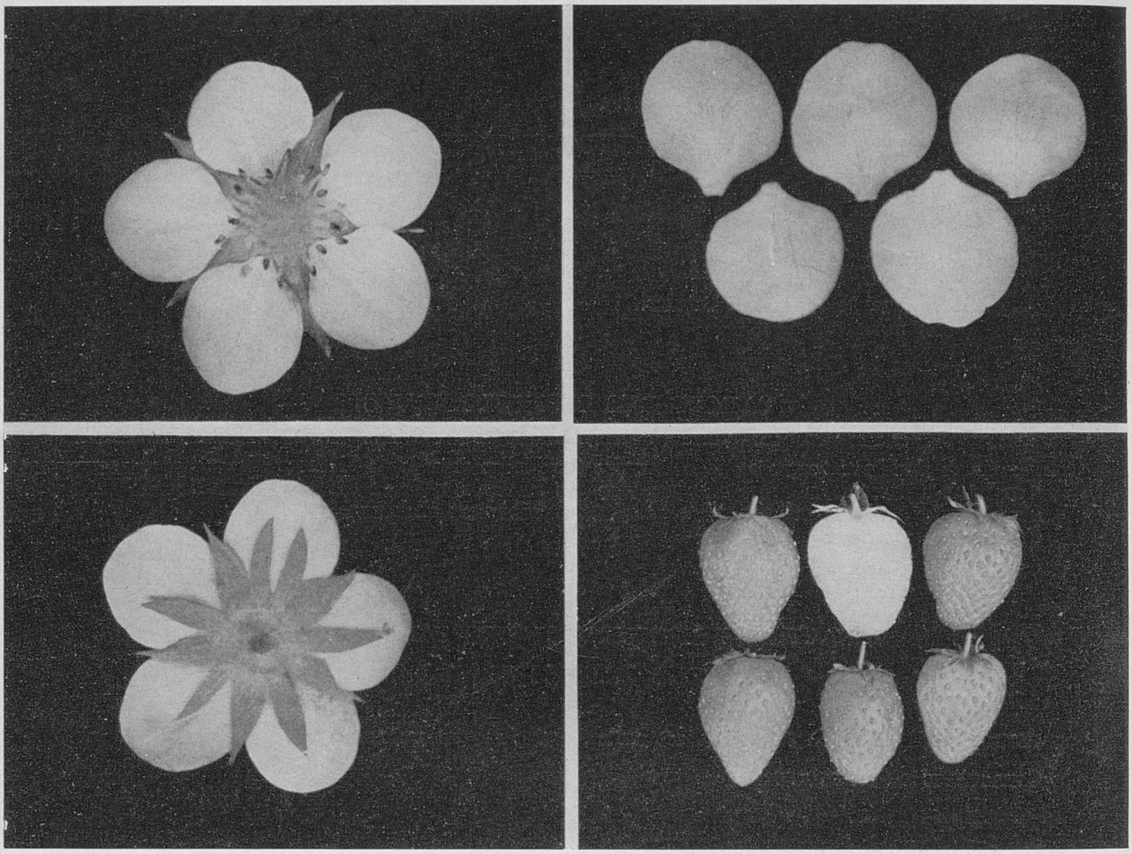
Pétiole :
Importance de la pilosité: moyenne.
Position des poils: horizontaux.

Limbe :
Couleur: vert clair.
Brillant: moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur: beaucoup plus long que large (1,35 à 1,50).
Angle de la base: 70° à 80°.
Forme de la base: intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure: nulle ou faible.
Forme générale de la foliole: légèrement en gouttière.

Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :
Couleur: rose à l'ombre, rouge à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :
Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: (5) 7.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: 5.
Rapport longueur/largeur des pétales: plus long que large.
Angle de base du pétale: obtus.
Grandeur respective des pièces florales: s ⩽ S < P.
Position des poils sur le pédoncule: perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage: sous le feuillage.
Caractères particuliers:



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne à assez grosse.
Forme générale : fruits aînés et fruits cadets de forme identique.
Cadets : réguliers, coniques, à sommet peu arrondi et base plane, ou légèrement arrondie. Nettement plus hauts que larges.
Aînés : (voir cadets).
Couleur externe : rouge orangé, homogène.
Couleur de la chair : orangée.
Couleur de la mèche : orangée.
Position des akènes : légèrement en saillie.
Position des sépales : calice et calicule tangents au fruit ou légèrement dressés.
Zone sans akène : moyenne.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, moyennement parfumée, moyennement sucrée, légèrement acidulée, fondante.
Résistance au transport : moyenne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété peu productive, à fruits de qualité moyenne, sans grand intérêt.

SENGA SENGANA

Synonyme:
Obtenteur: D[r] R. VON SENGBUSCH, MAX PLANCK Institut, Hambourg (Allemagne).
Origine: Markee × Sieger.

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold
Émission des stolons: moyennement précoce, très peu abondante.
Caractères particuliers:
peu sensible à l'Oïdium ;
assez sensible au Mycosphaerella ;
fruits sensibles au Botrytis.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port bien dressé, plante très touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité: moyenne à forte.
Position des poils: horizontaux ou dressés.

Limbe :

Couleur: vert sombre à vert moyen.
Brillant: moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur: légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base: 100° à 120°.
Forme de la base: intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure: moyenne.
Forme générale de la foliole: plane.

Caractères particuliers :

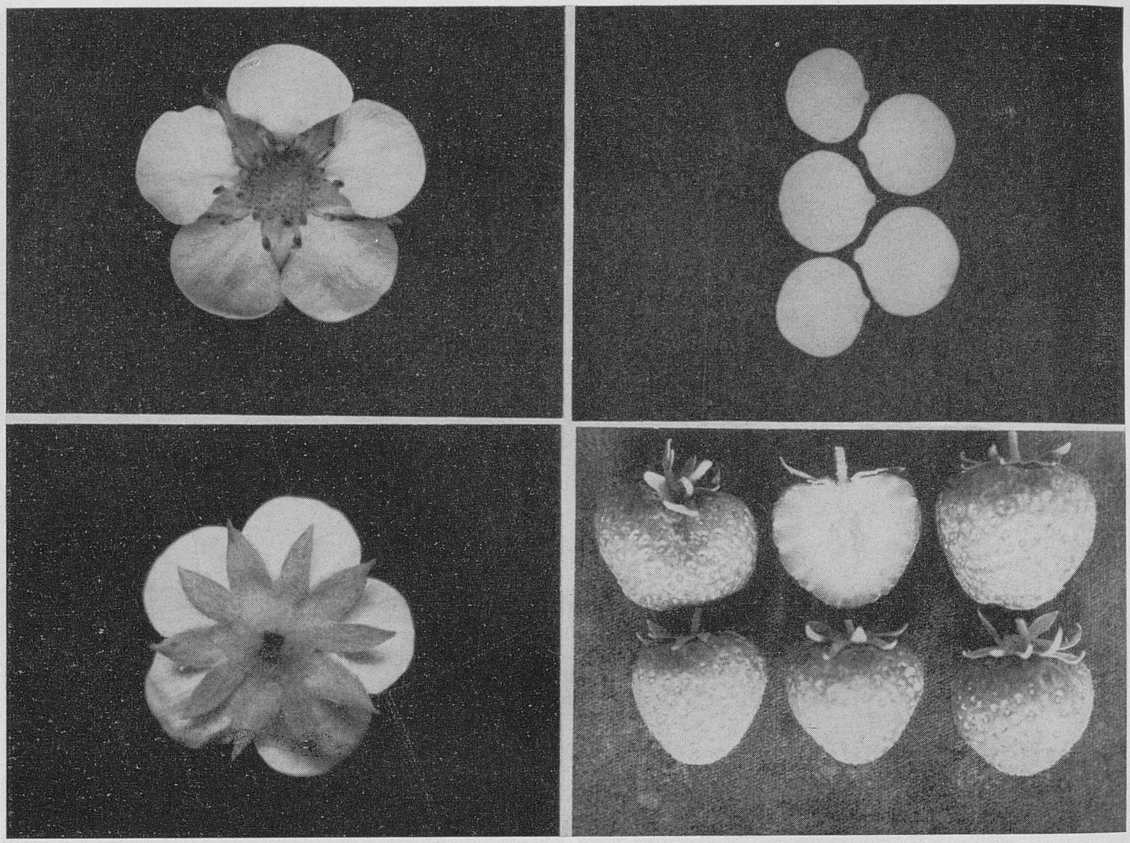
pétioles toujours verts.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur: vert à l'ombre, rose à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: (5,7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: (5) rarement 6.
Rapport longueur/largeur des pétales: un peu plus large que long.
Angle de base du pétale: obtus.
Grandeur respective des pièces florales: s $\geqslant$ S $\leqslant$ P.
Position des poils sur le pédoncule: appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage: nettement sous le feuillage.
Caractères particuliers:
petites fleurs.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, homogène.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des cadets.
Cadets : très réguliers, coniques, légèrement allongés, à base plane.
Aînés : un peu irréguliers, légèrement bosselés, tronconiques ou légèrement méplats, à sommet assez plan.
Couleur externe : rouge sombre à l'insolation, rouge vif à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice et calicule tangents au fruit avec extrémités parfois redressées.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : assez brillant.
Qualité de la chair : chair très ferme, saveur irrégulière, parfois parfumée, musquée, sucrée, juteuse, légèrement acidulée, parfois âcre et désagréable.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent plus ou moins facilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété très productive et très rustique. Excellente variété d'industrie. Sa saveur irrégulière, particulièrement en climat sec, peut limiter son extension comme fruit de table de même que la faible grosseur de son fruit.

SOUVENIR DE CH. MACHIROUX

Synonyme :
Obtenteur : CH. MACHIROUX (Belgique).
Origine : Tardive de Léopold × Ville de Paris (1942).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Tardive de Léopold.
Époque de maturité : voisine de celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : dressés.

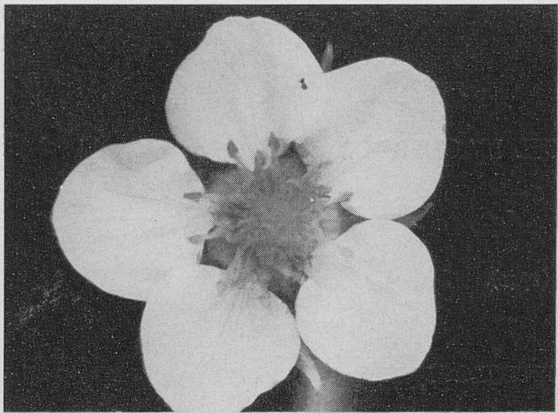
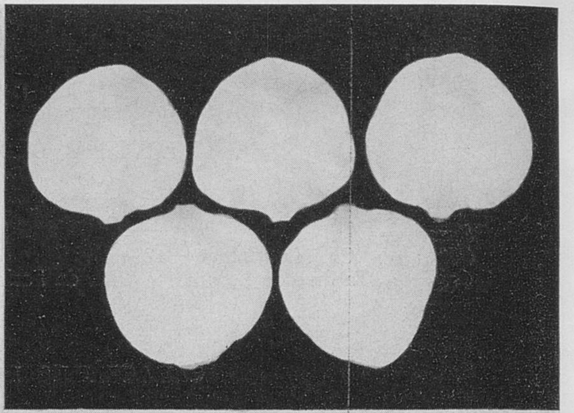
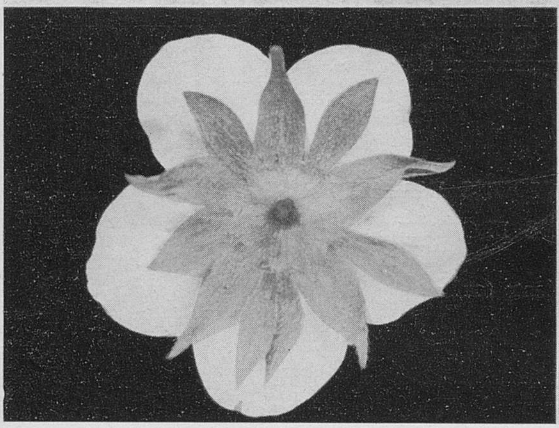
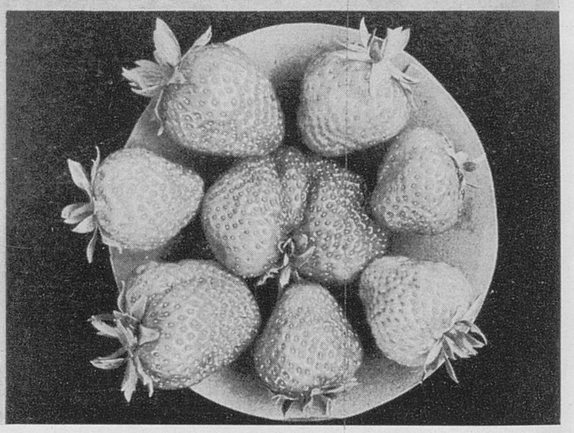
Limbe :
Couleur : vert sombre.
Brillant : très brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,05 à 1,15).
Angle de la base : 90° à 110°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : faible.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

feuilles à texture grossière.

CARACTÈRES DES STOLONS :
Couleur : vert à l'ombre, rougeâtre à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (6,7) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : plat.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ⩽ P.
Position des poils sur le pédoncule : intermédiaire.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
grandes fleurs.

CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : les fruits aînés gros et même très gros ; les fruits cadets moyens, parfois petits.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, légèrement biconiques à sommet peu arrondi et base bien arrondie.
Aînés : irréguliers, légèrement bosselés, parfois en large crête avec un ou plusieurs sillons, parfois tronconiques.
Couleur externe : rouge sang (souvent mal coloré vers le calice).
Couleur de la chair : rouge.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : légèrement enfoncés ou affleurants.
Position des sépales : calice légèrement abaissé, calicule dressé.
Zone sans akène : moyenne.
Brillant du fruit : assez brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, assez parfumée, moyennement sucrée, légèrement acidulée.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent plus ou moins facilement du fruit ;
pédoncule dur rendant la cueillette difficile.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété Belge tardive, à gros fruits, d'introduction récente en France.

SOUVENIR DE NUNGESSER

Synonyme:
Obtenteur: R. Chapron à Caen (Calvados), France.
Origine: Or du Rhin × Délicatesse.

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: voisine de celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons: précoce et abondante.
Caractères particuliers:
sensible à la panachure printanière ;
variété sans étamine nécessitant l'utilisation d'une variété pollinisatrice.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port étalé, plante moyennement touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :
Importance de la pilosité: très forte.
Position des poils: horizontaux ou légèrement dressés.

Limbe :
Couleur: vert sombre.
Brillant: peu à moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur: beaucoup plus long que large (1,25 à 1,40).
Angle de la base: 60° (80°) 90°.
Forme de la base: en V, parfois intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure: faible à moyenne.
Forme générale de la foliole: plane.

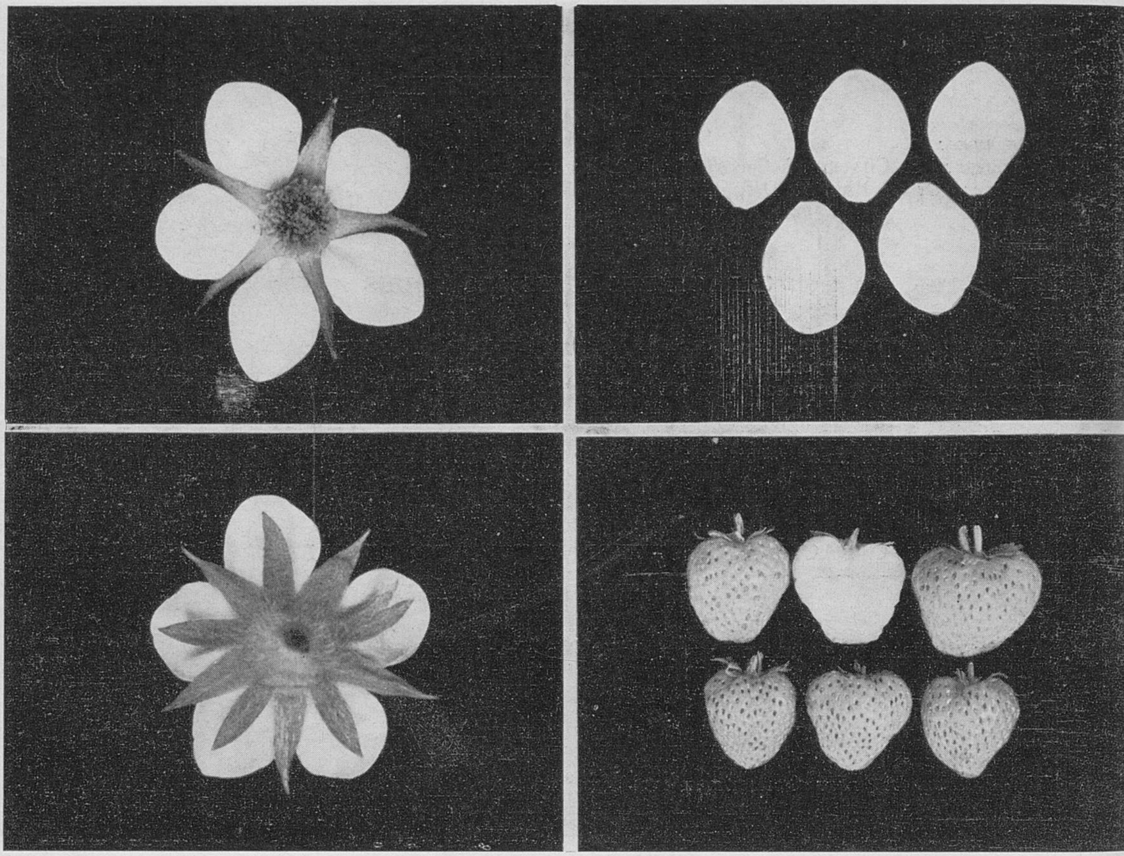
Caractères particuliers :
parfois 4 ou 5 folioles ;
pétioles très longs.

Caractères des stolons :

Couleur: rouge.

Caractères de la fleur :

Étamines: absentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: 5 (6,8) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: 5.
Rapport longueur/largeur des pétales: beaucoup plus long que large.
Angle de base du pétale: aigu.
Grandeur respective des pièces florales: $s \leqslant S = P$.
Position des poils sur le pédoncule: appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage: sous le feuillage.
Caractères particuliers:
pétales distants les uns des autres.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, un peu bosselés, coniques, à sommet légèrement arrondi et base plane. Un peu plus larges que hauts.
Aînés : légèrement irréguliers, assez bosselés, parfois coniques, à sommet pointu, mais plus souvent un peu méplats à sommet plus ou moins en crête.
Couleur externe : rouge clair à l'insolation, rose à l'ombre.
Couleur de la chair : blanche ou blanc jaunâtre.
Couleur de la mèche : blanc rosé.
Position des akènes : enfoncés.
Position des sépales : calice tangent au fruit avec extrémités souvent redressées. Calicule tangent ou légèrement dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair tendre, moyennement parfumée, moyennement sucrée, bien juteuse, fondante.
Résistance au transport : médiocre.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice ne se détachent pas très facilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété sans étamine, sans intérêt.

SPARKLE

Synonyme :
Obtenteur : Station expérimentale du New Jersey (U. S. A.).
Origine : Fairfax × Aberdeen (1942).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Tardive de Léopold.
Époque de maturité : voisine de celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
peu sensible à l'Oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port assez dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert sombre à vert moyen.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : un peu plus long que large (1,00 à 1,15).
Angle de la base : 100° à 120°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : faible à moyenne.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

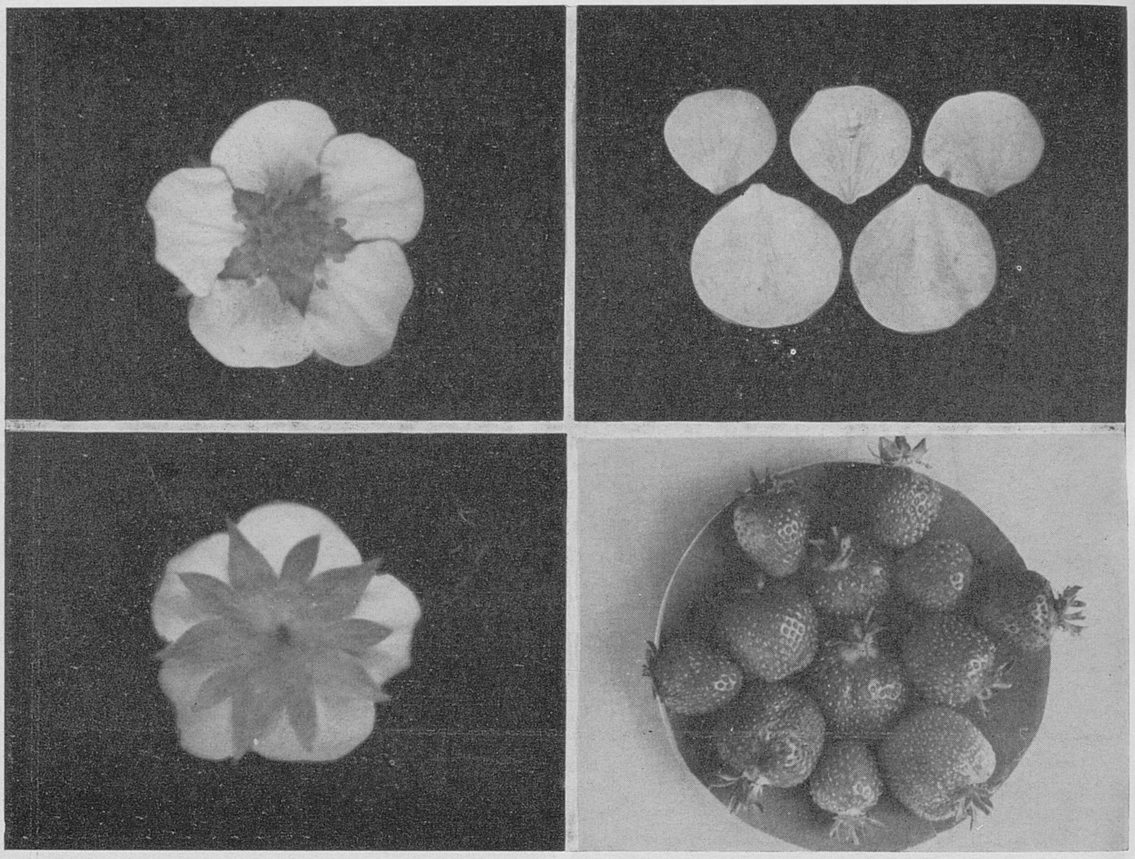
parfois 4 ou 5 folioles.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert à l'ombre, rose à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (7,8) 10.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : légèrement plus large que long.
Angle de base du pétale : obtus ou presque plat.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ⩽ P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, homogène.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, parfois légèrement bosselés, coniques à sommet assez arrondi et base plane. Aussi hauts que larges.
Aînés : légèrement irréguliers, le plus souvent méplats à sommet plan avec un ou deux sillons peu marqués, mais parfois subglobuleux.
Couleur externe : rouge sang à rouge sombre à l'insolation, rouge vif à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge sang.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : affleurants ou légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement dressé, calicule dressé.
Zone sans akène : faible.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, légèrement parfumée, moyennement sucrée.
Résistance au transport : moyenne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit, généralement avec la mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété américaine d'introduction récente.

SURPRISE DES HALLES

Synonyme : Surprise pointue.
Obtenteur : GUYOT à Dijon (Côte d'Or), France (vers 1925).
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : précoce.
Époque de maturité : précoce.
Émission des stolons : précoce, très abondante.
Caractères particuliers :
moyennement sensible à l'Oïdium ;
sensible au Mycosphaerella.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

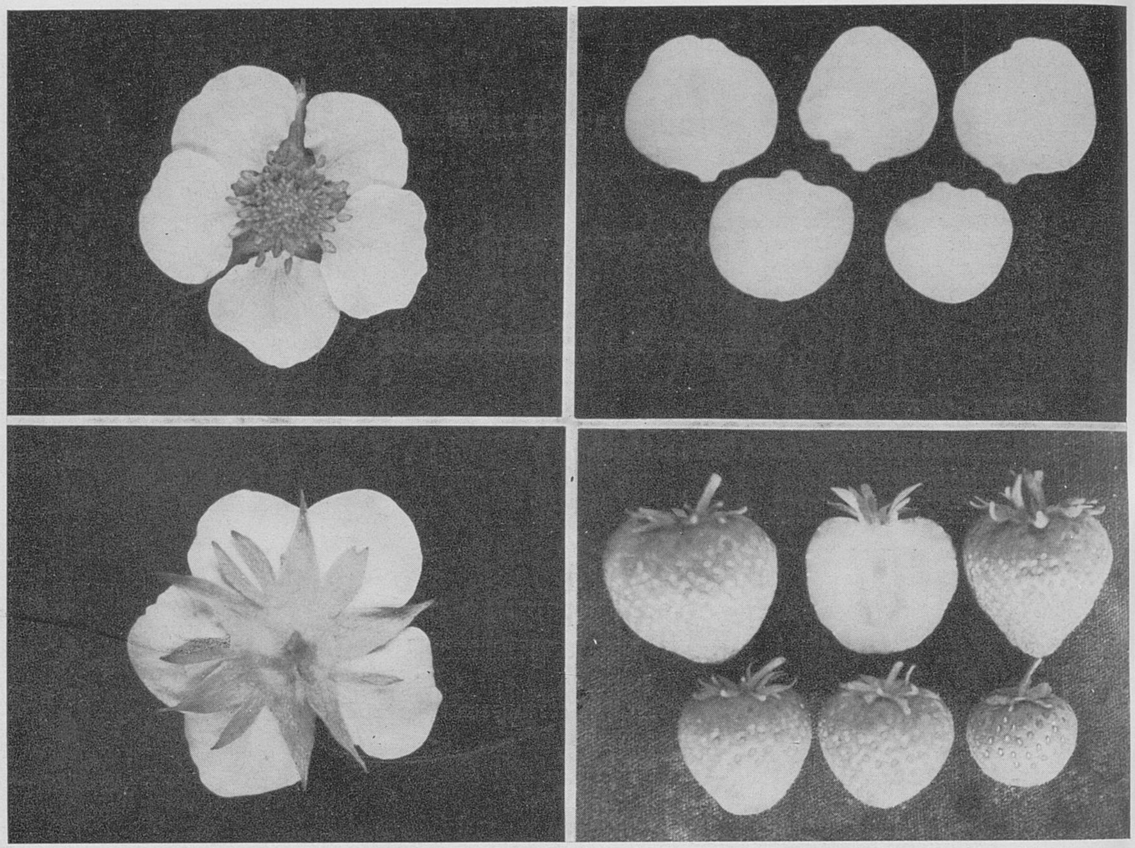
Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :
Couleur : vert moyen.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : beaucoup plus long que large (1,25 à 1,40).
Angle de la base : 70° à 90°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : moyenne.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :
Couleur : rosé à l'ombre, rouge à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : 5 (6).
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : presque plat.
Grandeur respective des pièces florales : $s < S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent ;
les premières fleurs formées présentent souvent des étamines avortées.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : assez grosse en début de récolte, mais diminuant assez rapidement par la suite.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, subglobuleux ou coniques, très peu allongés, à sommet moyennement arrondi et à base plane.
Aînés : assez réguliers, subglobuleux ou tronconiques à sommet généralement assez arrondi.
Couleur externe : rouge vif à rouge légèrement vineux à l'insolation, rouge orangé à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge clair, légèrement orangée.
Couleur de la mèche : rouge clair, légèrement orangée.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice tangent au fruit, parfois légèrement dressé, calicule dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair assez ferme, moyennement parfumée, acidulée, peu sucrée.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété précoce la plus cultivée en France.

SURPRISE DU VAUCLUSE

Synonyme : Surprise brillante.
Obtenteur :
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : légèrement antérieure à celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité : voisine de celle de Surprise des Halles.
Émission des stolons : assez précoce, abondante.
Caractères particuliers :
plus rustique que Surprise des Halles ;
mauvaise nouaison.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port assez étalé, plante touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne à forte.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :
Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur /largeur : plus long que large (1,20 à 1,35).
Angle de la base : 80° (90°) 100°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : moyenne à abondante.
Forme générale de la foliole : plane.

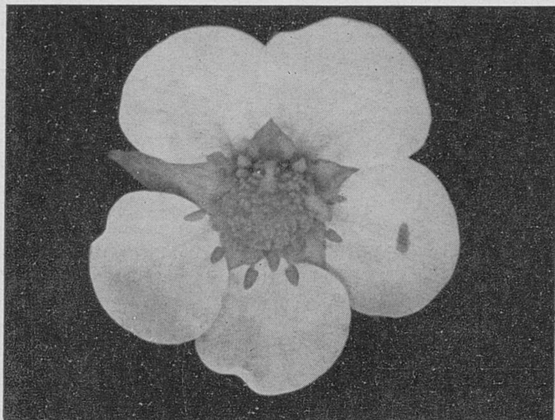
Caractères particuliers :

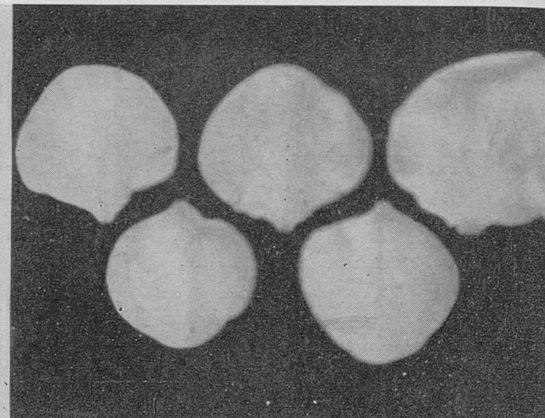
CARACTÈRES DES STOLONS :

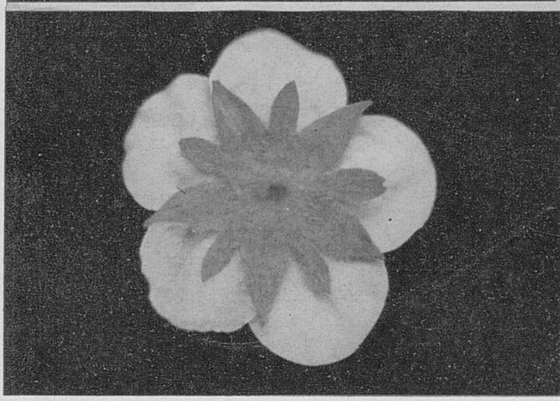
Couleur : rosé à l'ombre, rouge à l'insolation.

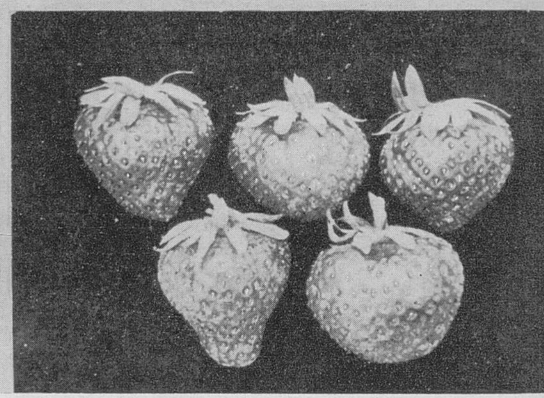
CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur /largeur des pétales : à peu près aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus ou plat.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent.









CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets, du même type que ceux de Surprise des Halles.
Cadets : réguliers, subglobuleux ou coniques, à sommet plus ou moins arrondi et base plane. Aussi larges ou un peu plus larges que hauts.
Aînés : assez réguliers, subglobuleux ou tronconiques, à sommet parfois pincé.
Couleur externe : rouge orangé à rouge vif, plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge clair.
Couleur de la mèche : rouge clair.
Position des akènes : affleurants ou très légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement abaissé, calicule tangent ou légèrement dressé, parfois détachés du fruit.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, moyennement parfumée, peu sucrée, moyennement acidulée, assez juteuse.
Résistance au transport : assez bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit, généralement avec la mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété locale cultivée dans la région de Carpentras, précoce, très florifère, mais moins productive que Surprise des Halles par suite de sa mauvaise nouaison.

TALISMAN

Synonyme :
Obtenteur : Institut de Recherches horticoles d'Écosse (Grande-Bretagne).
Origine : New-Jersey 1051 × Auchincruive Climax (vers 1950).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons : moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers :
peu sensible à l'oïdium ;
légèrement sensible à la chlorose ;
demi-remontante.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante très touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

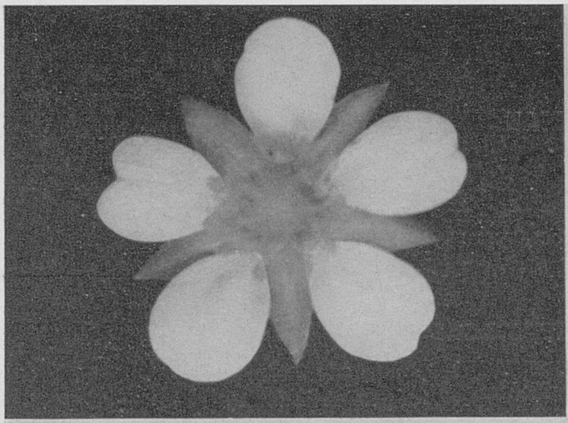
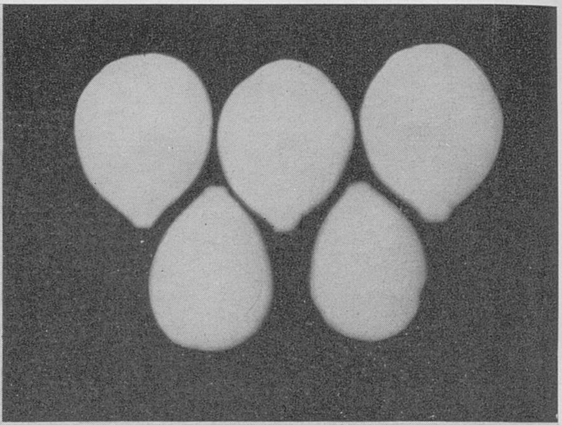
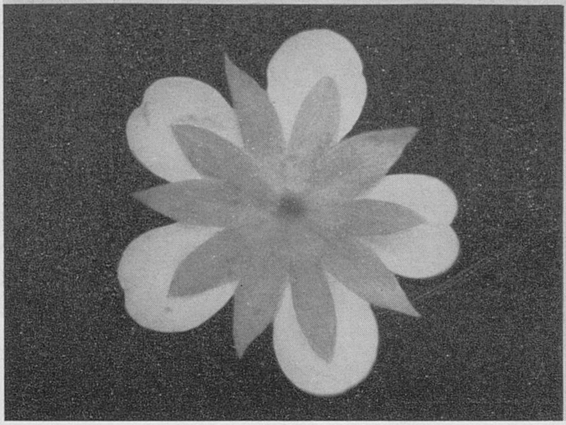
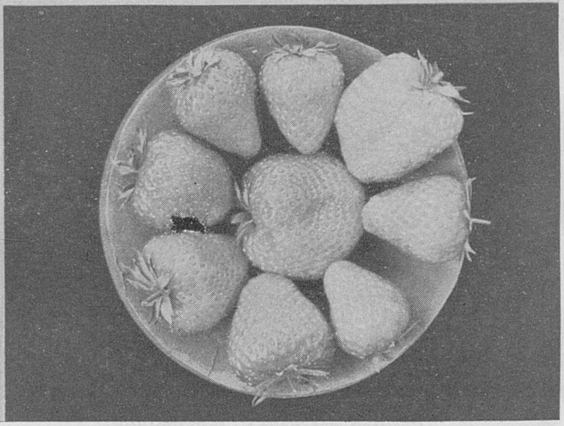
Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :
Couleur : vert moyen.
Brillant : peu brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,10 à 1,25).
Angle de la base : 80° à (100°).
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : très faible à faible.
Forme générale de la foliole : légèrement en gouttière.

Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :
Couleur : vert à l'ombre, rouge à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7,8) 11.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5,6) 8.
Rapport longueur/largeur des pétales : beaucoup plus long que large.
Angle de base du pétale : aigu.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ⩽ P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales très distants les uns des autres.

CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne à assez grosse, homogène.
Forme générale : fruits aînés de forme voisine de celle des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, légèrement allongés, à sommet peu arrondi et base plane.
Aînés : légèrement irréguliers, parfois légèrement bosselés, coniques plus ou moins allongés, les plus longs ayant fréquemment le sommet pincé.
Couleur externe : rouge vif, parfois légèrement vineux à l'insolation, rouge orangé à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rose.
Position des akènes : affleurants ou légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent au fruit, calicule moyennement dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, moyennement parfumée, moyennement sucrée, à peine acidulée.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété tardive, productive, intéressante pour la consommation et la transformation. Semble nécessiter un hiver un peu froid pour végéter convenablement au printemps.

TARDIVE DE LÉOPOLD

Synonyme : Späte von Leopoldshall.
Obtenteur : LIERKE (Allemagne) vers 1920.
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : très tardive.
Époque de maturité : très tardive.
Émission des stolons : très précoce, assez abondante.
Caractères particuliers :
variété sans étamine, nécessitant l'utilisation d'une variété pollinisatrice.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port assez étalé, plante peu touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

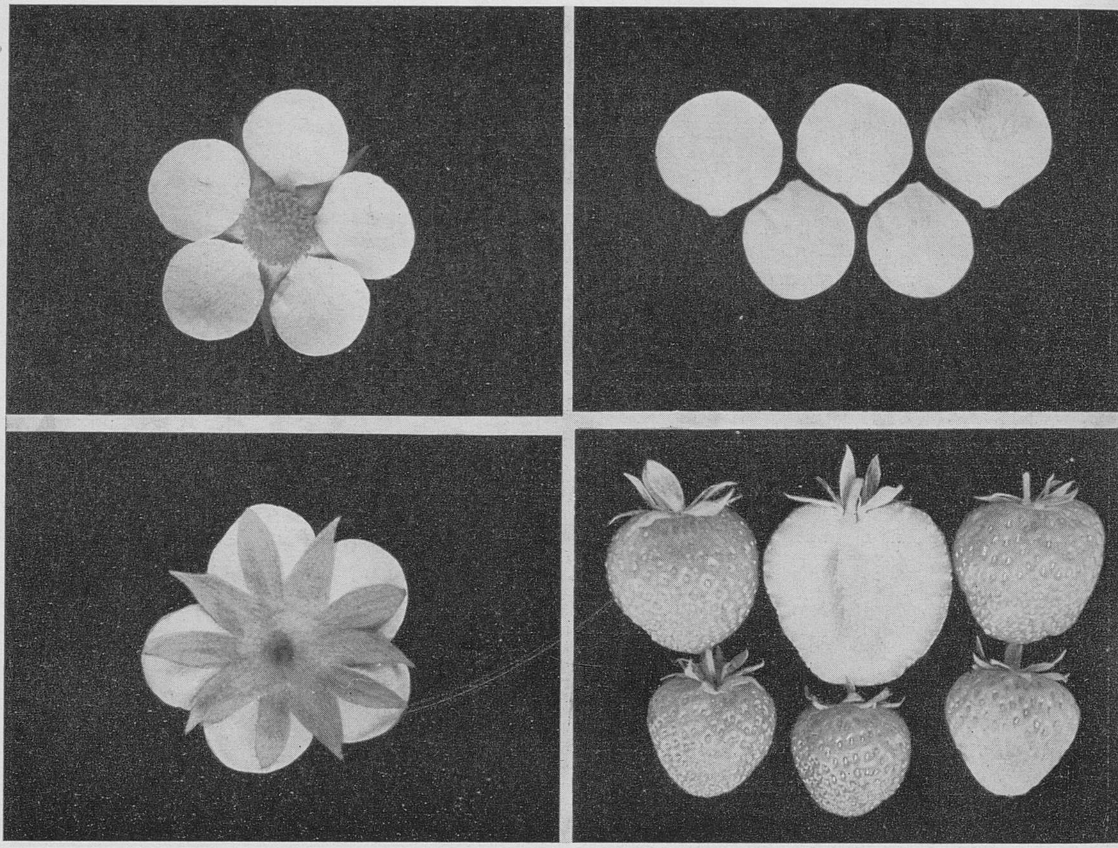
Pétiole :
Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :
Couleur : vert moyen.
Brillant : moyennement à assez brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base : 90° à 100°.
Forme de la base : en V.
Pilosité de la face supérieure : faible.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :
Couleur : vert à l'ombre, rose à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :
Étamines : absentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6,7.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : légèrement plus long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s $\leqslant$ S $\leqslant$ P.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : grosse à moyenne, hétérogène.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, à sommet légèrement arrondi et base plane. Aussi hauts ou un peu plus hauts que larges.
Aînés : assez irréguliers, légèrement bosselés, le plus souvent en crête plus ou moins large avec un ou plusieurs sillons marqués, mais parfois coniques à sommet arrondi.
Couleur externe : rouge vif, légèrement vineux à l'insolation, plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : affleurants, parfois légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent au fruit, calicule légèrement dressé.
Zone sans akène : faible.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, assez parfumée, moyennement sucrée, moyennement juteuse, un peu filandreuse.
Résistance au transport : assez bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice ne se détachent pas très facilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Vieille variété, non staminée, en nette régression.

TEMPLE

Synonyme :
Obtenteur : Station Expérimentale du Maryland (U. S. A.).
Origine : Aberdeen × Fairfax (1939).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : voisine de celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert sombre
Brillant : moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur : aussi long que large (0,95 à 1,05 .
Angle de la base : 120° à 130°.
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : faible, parfois moyenne.
Forme générale de la foliole : en cuillère, parfois en gouttière.

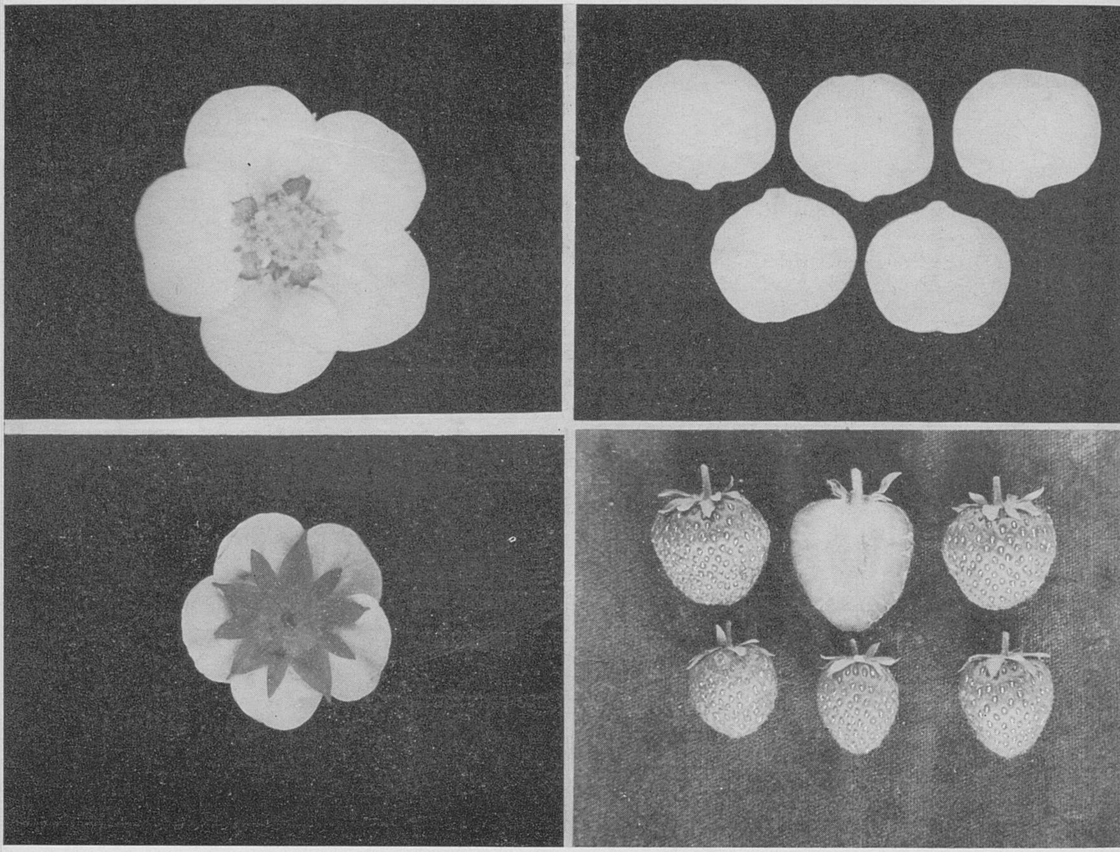
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : verts (parfois légèrement colorés à l'insolation).

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (6,7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : plus large que long.
Angle de base du pétale : presque plat.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchant fortement ;
petites fleurs.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : petite à moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés et cadets de forme identique.
Cadets : assez réguliers, coniques, à sommet assez arrondi et base plane.
Aînés : (voir cadets).
Couleur externe : rouge sombre, homogène.
Couleur de la chair : rouge sang.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : affleurants ou très légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement abaissé, calicule légèrement dressé.
Zone sans akène : nulle ou très faible.
Brillant du fruit : assez mat.
Qualité de la chair : chair ferme, assez parfumée, moyennement sucrée, peu acidulée, moyennement juteuse.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété américaine intéressante pour les industries de transformation, mais trop peu productive en France.

VICOMTESSE HÉRICART DE THURY

Synonyme: Ricard, La Ricarde, Vicomtesse.
Obtenteur:
Origine: Mise au commerce vers 1850, par JAMIN et DURAND, à Bourg-la-Reine (Seine), France.

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Époque de maturité: voisine de celle de Madame Moutot.
Émission des stolons: précoce, abondante.
Caractères particuliers:
moyennement sensible à l'Oïdium ;
légèrement sensible à la chlorose.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port assez étalé, plante assez touffue et basse.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

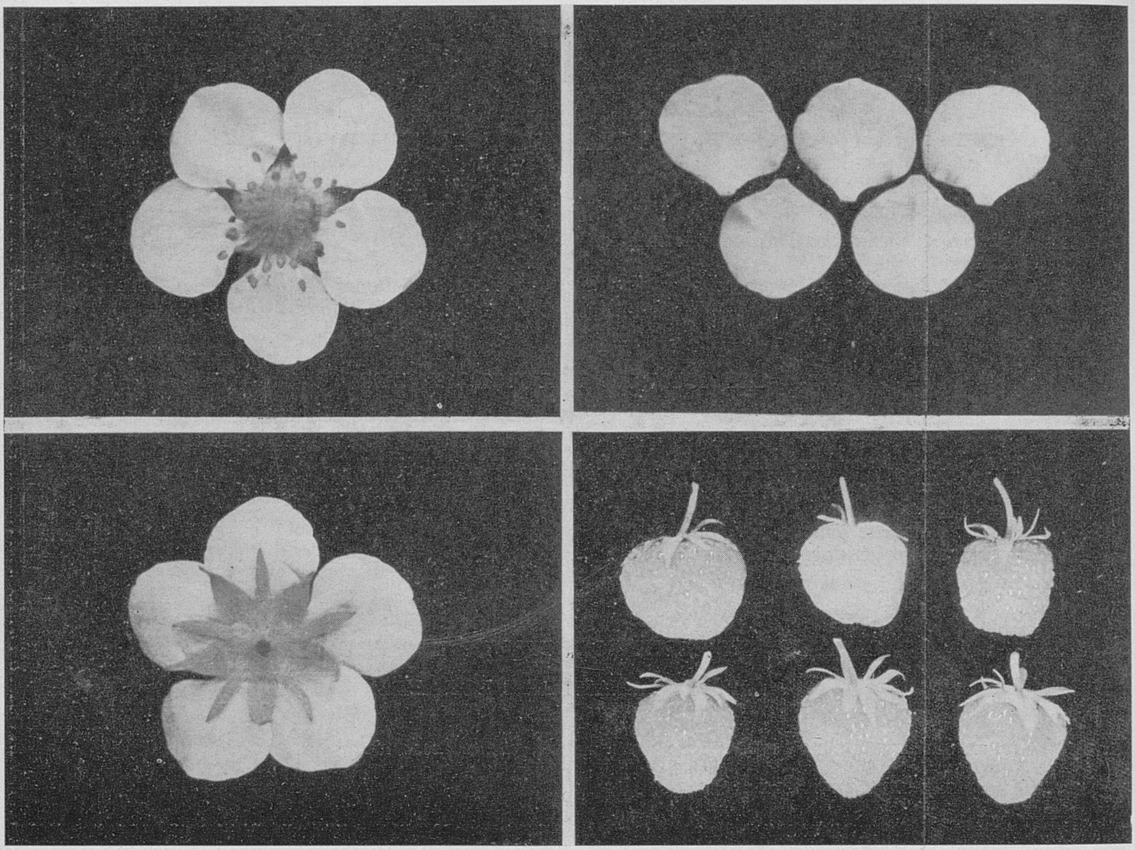
Pétiole :
Importance de la pilosité: très forte.
Position des poils: horizontaux.

Limbe :
Couleur: vert clair, parfois vert moyen.
Brillant: moyennement à très brillant.
Rapport longueur/largeur: plus long que large (1,20 à 1,30).
Angle de la base: 70° à 90°.
Forme de la base: en V.
Pilosité de la face supérieure: moyenne.
Forme générale de la foliole: plane.

Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :
Couleur: vert à l'ombre, rose à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :
Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: (5,6) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: (5) très rarement 6.
Rapport longueur/largeur des pétales: aussi long que large.
Angle de base du pétale: obtus.
Grandeur respective des pièces florales: $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule: appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage: sous le feuillage.
Caractères particuliers:



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : petite, très homogène.
Forme générale : fruits aînés légèrement différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, à sommet plus ou moins arrondi et base plane.
Aînés : légèrement irréguliers, souvent méplats, à sommet plus ou moins découpé, mais parfois globuleux et bosselés.
Couleur externe : rouge vif à l'insolation, rouge orangé à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge orangé clair.
Couleur de la mèche : rose orangé.
Position des akènes : affleurants ou légèrement en saillie.
Position des sépales : calice et calicule appliqués sur le fruit ou tangents.
Zone sans akène : nulle ou faible.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair assez ferme, assez parfumée, légèrement acidulée, moyennement sucrée, moyennement juteuse.
Résistance au transport : assez bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement du fruit, généralement avec la mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété réputée pour sa qualité. Sa faible productivité et son calibre insuffisant la relègue au rang de variété d'amateur.

VILLE DE CAEN

Synonyme :
Obtenteur : L. GAUTHIER à Caen (Calvados), France.
Origine : Empereur du Maroc × Madame Moutot (1922).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Tardive de Léopold.
Époque de maturité : voisine de celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons : moyennement précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
sensible à l'Oïdium ;
assez sensible à la chlorose.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne à forte.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert moyen.
Brillant : peu brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,00 à 1,10).
Angle de la base : 100° à 120°.
Forme de la base : en U.
Pilosité de la face supérieure : nulle ou faible.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

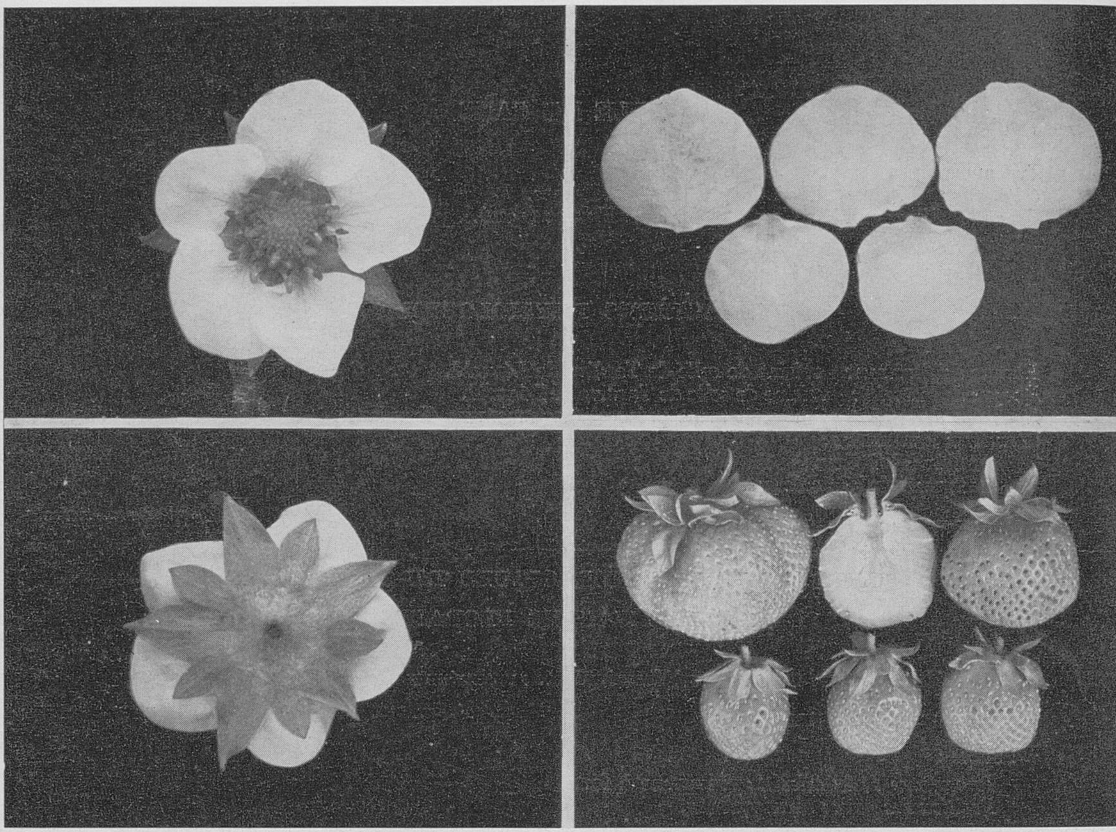
feuilles à texture très grossière ;
limbe un peu gaufré.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : rose à l'ombre, rougeâtre à l'insolation, gros.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : (6.7) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : nettement plus large que long.
Angle de base du pétale : plat.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ⩾ P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au-dessus du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent assez fortement.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : les aînés parfois gros, mais le plus souvent de taille moyenne.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : légèrement irréguliers, souvent méplats à sommet plan, ou biconiques à base assez arrondie.
Aînés : assez irréguliers, parfois un peu bosselés, réniformes avec un ou plusieurs sillons plus ou moins marqués, ou fortement méplats.
Couleur externe : rouge sombre à l'insolation, beaucoup plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge vif.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : affleurants ou légèrement en saillie.
Position des sépales : calice abaissé à tangent, mais détaché du fruit, calicule tangent à légèrement dressé.
Zone sans akène : nulle ou faible.
Brillant du fruit : moyennement brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, assez parfumée, légèrement musquée, assez sucrée, peu juteuse, mais âcre et désagréable à la suite d'une attaque d'Oïdium.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit ;
sommet du fruit assez souvent mal coloré ;
hampes et fruits souvent fasciés.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété tardive, trop sensible à l'Oïdium, variété d'amateur.

VILLE DE PARIS

Synonyme :
Obtenteur : R. CHAPRON à Caen (Calvados), France (1929).
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : intermédiaire entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : intermédiaire entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Émission des stolons : tardive, moyennement abondante.
Caractères particuliers :
moyennement sensible à la chlorose.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante assez touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert sombre à vert moyen.
Brillant : assez mat.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,05 à 1,20).
Angle de la base : 100° à 120°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : moyenne à faible.
Forme générale de la foliole : plane.

Caractères particuliers :

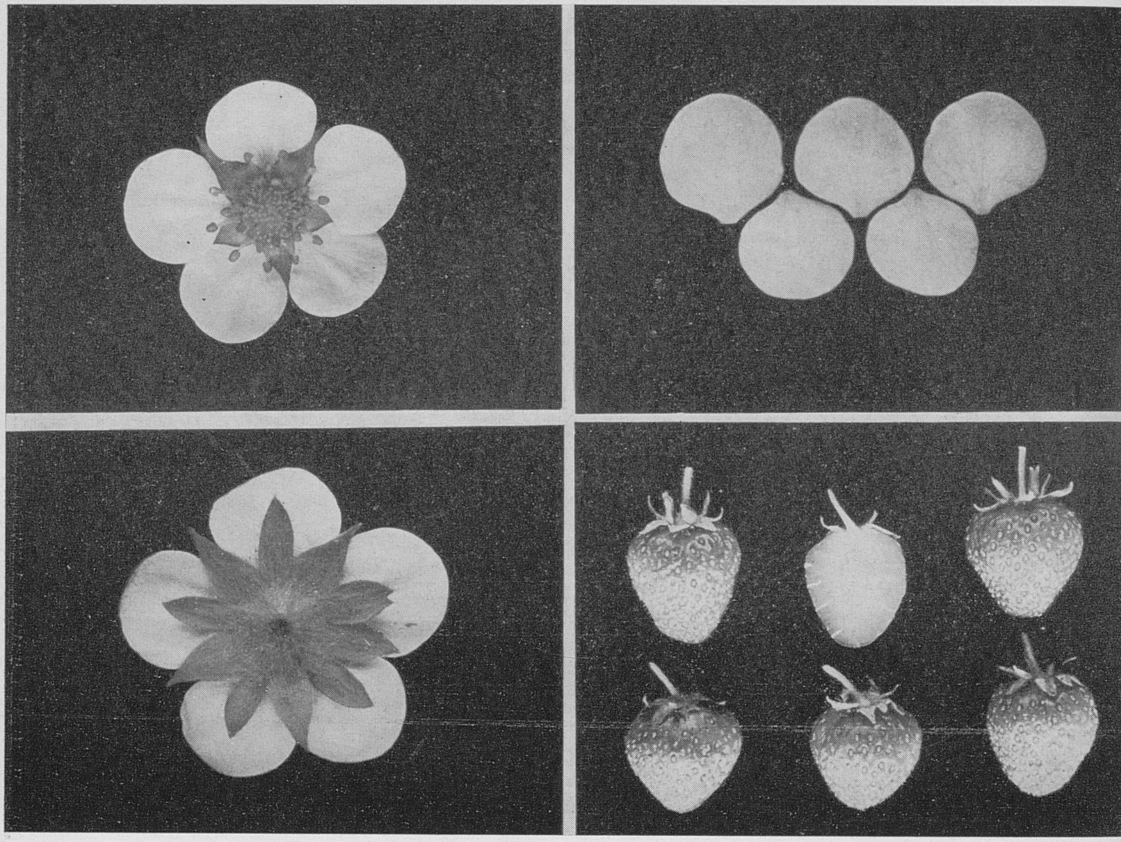
parfois 4 folioles ;
pétiole toujours vert.

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur : vert à l'ombre, rose à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : (6 à 8) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S < P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : petite à moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés et cadets de forme identique.
Cadets : réguliers, coniques, à sommet légèrement arrondi et base plane ou légèrement arrondie. A peu près aussi hauts que larges.
Aînés : (voir cadets).
Couleur externe : rouge sombre à l'insolation, rouge vif à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge sang.
Couleur de la mèche : rouge.
Position des akènes : légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement abaissé, calicule dressé, légèrement détachés du fruit.
Zone sans akène : faible.
Brillant du fruit : très brillant.
Qualité de la chair : chair très ferme, moyennement parfumée, légèrement musquée, moyennement sucrée, moyennement juteuse.
Résistance au transport : bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent difficilement du fruit.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Vieille variété ayant eu de l'intérêt pour les industries de transformation ; abandonnée aujourd'hui du fait de sa trop faible productivité.

VOLTAIRE

Synonyme : Gauthier.
Obtenteur :
Origine :

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : légèrement antérieure ou semblable à celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : précoce, très abondante.
Caractères particuliers :
peu sensible à l'oïdium sur feuillage.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port moyennement dressé, plante assez touffue.

Caractères de la feuille :

Pétiole :

Importance de la pilosité : moyenne.
Position des poils : horizontaux.

Limbe :

Couleur : vert moyen à vert sombre.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : légèrement plus long que large (1,10 à 1,20).
Angle de la base : 80° (90°) 100°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : nulle ou faible.
Forme générale de la foliole : plane.

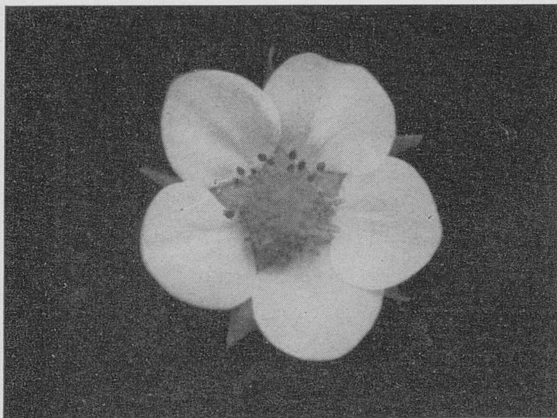
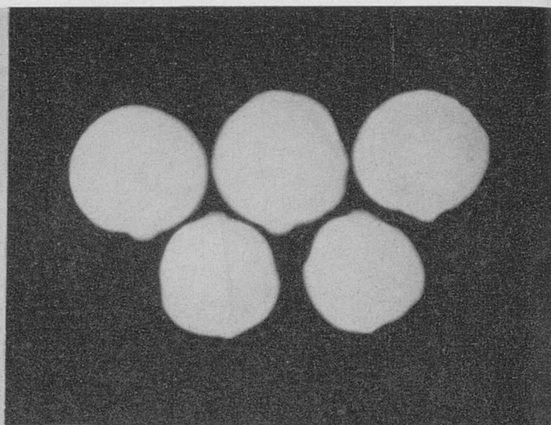
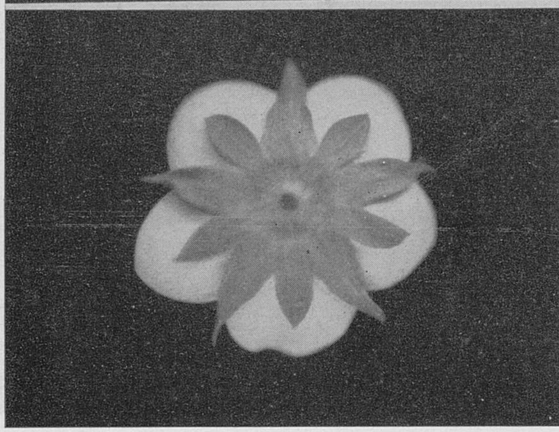
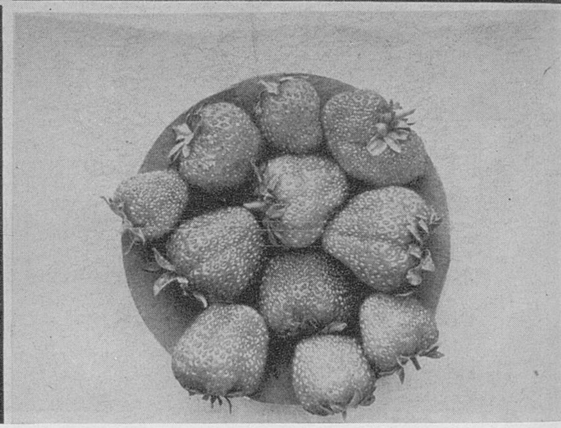
Caractères particuliers :

Caractères des stolons :

Couleur : vert à l'ombre, rosé à l'insolation.

Caractères de la fleur :

Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 6 (7) 11.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : 5 (6) 7.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : presque plat.
Grandeur respective des pièces florales : $s \leqslant S \leqslant P$.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent.

CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne et diminuant assez rapidement au fur et à mesure des récoltes, hétérogène.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : assez réguliers, souvent légèrement bosselés, coniques, à sommet assez arrondi et base plane, plus larges que hauts.
Aînés : irréguliers, souvent bosselés, le plus souvent méplats à sommet plan ou en légère crête.
Couleur externe : rouge assez sombre à rouge vineux à l'insolation, plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair : rouge orangé.
Couleur de la mèche : rose orangé.
Position des akènes : affleurants.
Position des sépales : calice abaissé à tangent au fruit, calicule tangent à légèrement dressé.
Zone sans akène : nulle.
Brillant du fruit : moyennement brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, peu parfumée, peu sucrée, légèrement acidulée.
Résistance au transport : assez bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice ne se détachent pas très facilement du fruit ;
hampes et fruits très souvent fasciés.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété locale du Vaucluse, assez tardive, moyennement productive et de qualité insuffisante.

WADENSWIL I

Synonyme:
Obtenteur: Station Fédérale d'arboriculture de Wädenswil (Suisse).
Origine: Deutsch Evern × Osterfee (vers 1930).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: semblable à celle de Surprise des Halles.
Époque de maturité: intermédiaire entre celle de Surprise des Halles et celle de Madame Moutot.
Émission des stolons: moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers:

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

Pétiole :

Importance de la pilosité: moyenne.
Position des poils: horizontaux, parfois légèrement dressés.

Limbe :

Couleur: vert clair à vert moyen.
Brillant: peu brillant.
Rapport longueur/largeur: plus long que large (1,20 à 1,30).
Angle de la base: 90° à 110°.
Forme de la base: intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure: abondante.
Forme générale de la foliole: plane.

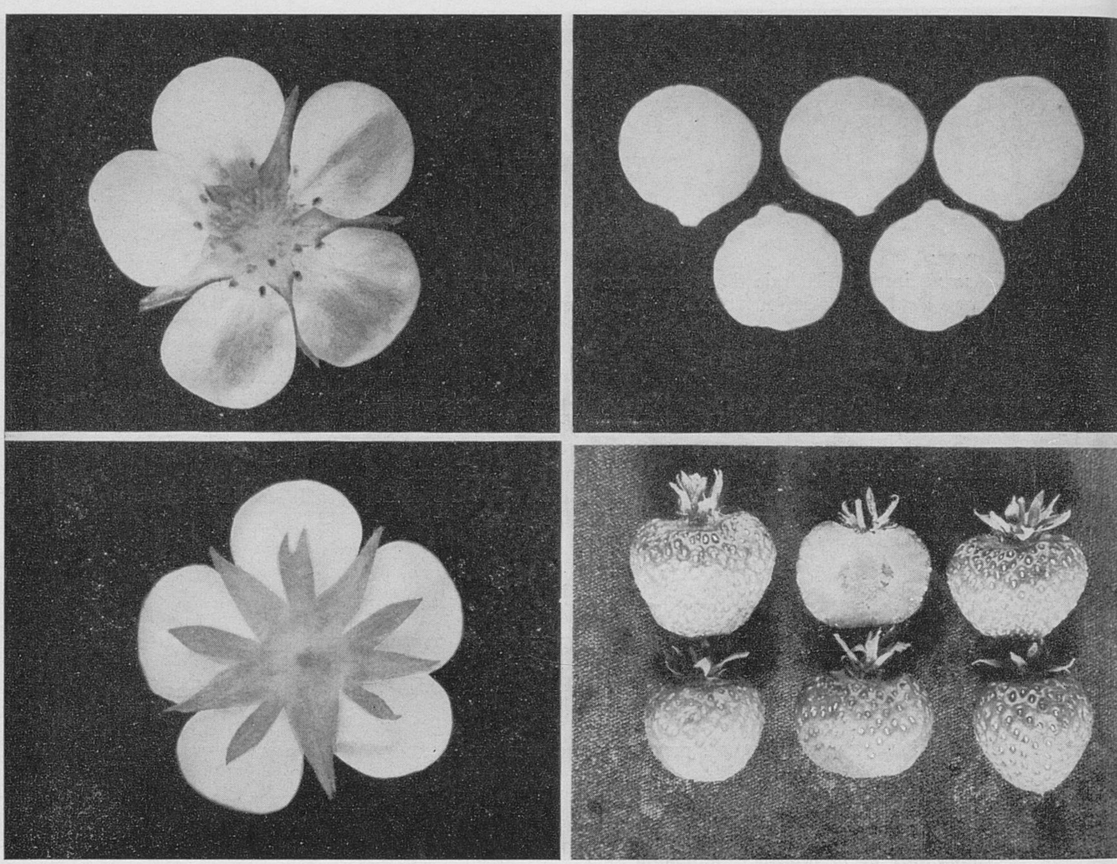
Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :

Couleur: rose à l'ombre, rouge à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :

Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: (6 à 8) 9.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: 5,6.
Rapport longueur/largeur des pétales: aussi long que large.
Angle de base du pétale: obtus.
Grandeur respective des pièces florales: s ⩽ S ⩽ P.
Position des poils sur le pédoncule: appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage: au niveau du feuillage.
Caractères particuliers:



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, assez homogène.
Forme générale : fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, subglobuleux ou coniques, à base plane. Un peu plus larges que hauts.
Aînés : assez réguliers, généralement tronconiques, parfois légèrement bosselés.
Couleur externe : rouge sombre, homogène.
Couleur de la chair : rouge sang.
Couleur de la mèche : rouge sang.
Position des akènes : légèrement en creux ou affleurants.
Position des sépales : calice et calicule détachés du fruit, dressés.
Zone sans akène : importante.
Brillant du fruit : brillant.
Qualité de la chair : chair moyennement ferme, assez parfumée, assez sucrée, moyennement juteuse, non acidulée.
Résistance au transport : moyenne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété sans intérêt particulier.

WADENSWIL 3

Synonyme :
Obtenteur : Station Fédérale d'arboriculture de Wädenswil (Suisse).
Origine : Wädenswil 1 × Hansa (vers 1930).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : voisine de celle de Madame Moutot.
Époque de maturité : voisine de celle de Madame Moutot.
Émission des stolons : moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers :
moyennement sensible à l'oïdium ;
sensible à la chlorose.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port très dressé, plante assez touffue.

Caractères de la feuille :

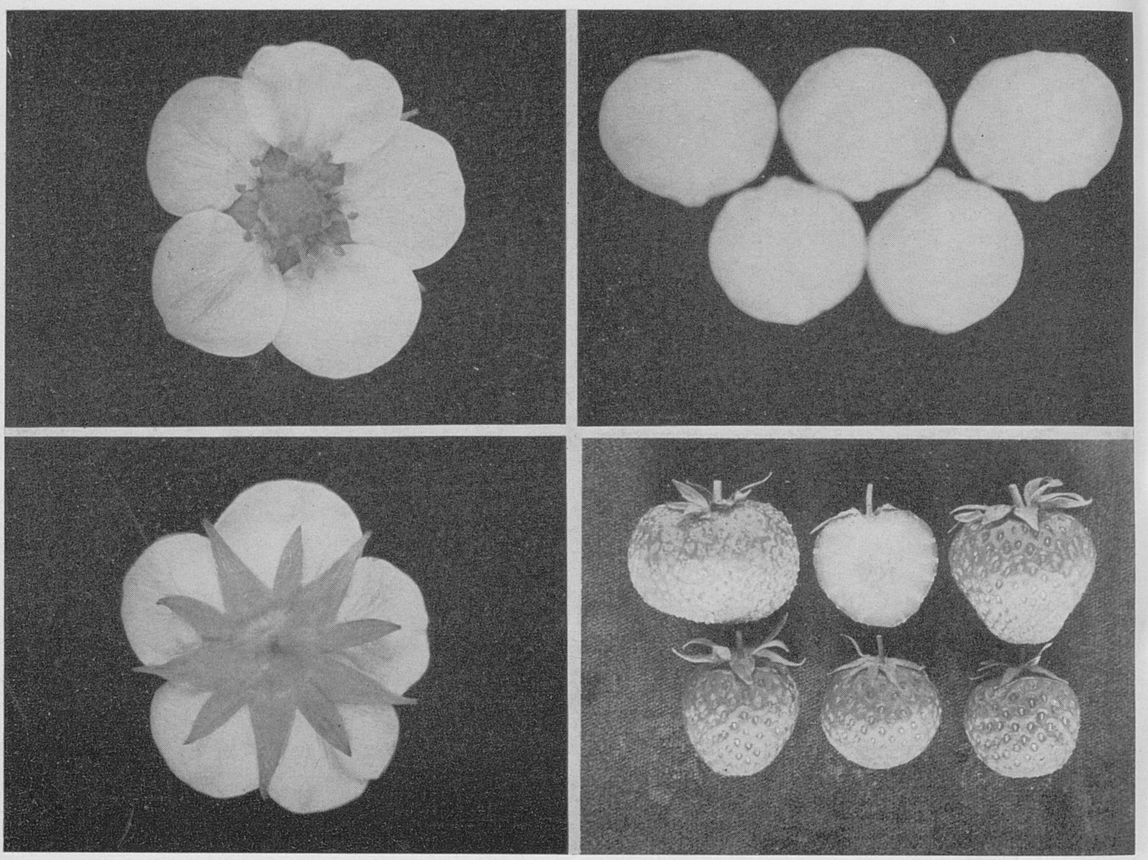
Pétiole :
Importance de la pilosité : faible à moyenne.
Position des poils : horizontaux ou légèrement dressés.

Limbe :
Couleur : vert clair.
Brillant : moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,20 à 1,30).
Angle de la base : 90° à 100°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : nulle ou faible.
Forme générale de la foliole : plane ou légèrement en gouttière.

Caractères particuliers :

Caractères des stolons :
Couleur : vert à l'ombre, rose à l'insolation.

Caractères de la fleur :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : 5 (6,7) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : nettement plus large que long.
Angle de base du pétale : presque plat.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ⩽ P.
Position des poils sur le pédoncule : appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage : au niveau du feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchent fortement ;
étamines avortées chez les premières fleurs épanouies.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur: moyenne, assez homogène.
Forme générale: fruits aînés peu différents des fruits cadets.
Cadets: assez réguliers, subglobuleux ou coniques, à sommet bien arrondi et base plane. Aussi hauts que larges.
Aînés: légèrement irréguliers, identiques aux cadets ou parfois réniformes.
Couleur externe: rouge vif, parfois légèrement vineux à l'insolation, homogène.
Couleur de la chair: rouge orangé.
Couleur de la mèche: rouge orangé.
Position des akènes: affleurants ou légèrement en saillie.
Position des sépales: calice légèrement abaissé à tangent au fruit, calicule tangent à moyennement dressé.
Zone sans akène: nulle ou très faible.
Brillant du fruit: assez brillant.
Qualité de la chair: chair assez tendre, moyennement parfumée, légèrement musquée, moyennement sucrée, juteuse, non acidulée.
Résistance au transport: moyenne.
Caractères particuliers:
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit, généralement avec une petite mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété sans intérêt particulier.

WADENSWIL 4

Synonyme:
Obtenteur: Station Fédérale d'arboriculture de Wädenswil (Suisse).
Origine: Issue d'une série de croisements entre : Tardive de Léopold-Hansa-Sieger et Osterfee.

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison: intermédiaire entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold.
Époque de maturité: voisine de celle de Madame Moutot.
Émission des stolons: très précoce, moyennement abondante.
Caractères particuliers:
sensible à l'oïdium.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

ASPECT GÉNÉRAL DE LA PLANTE : port dressé, plante moyennement touffue.

CARACTÈRES DE LA FEUILLE :

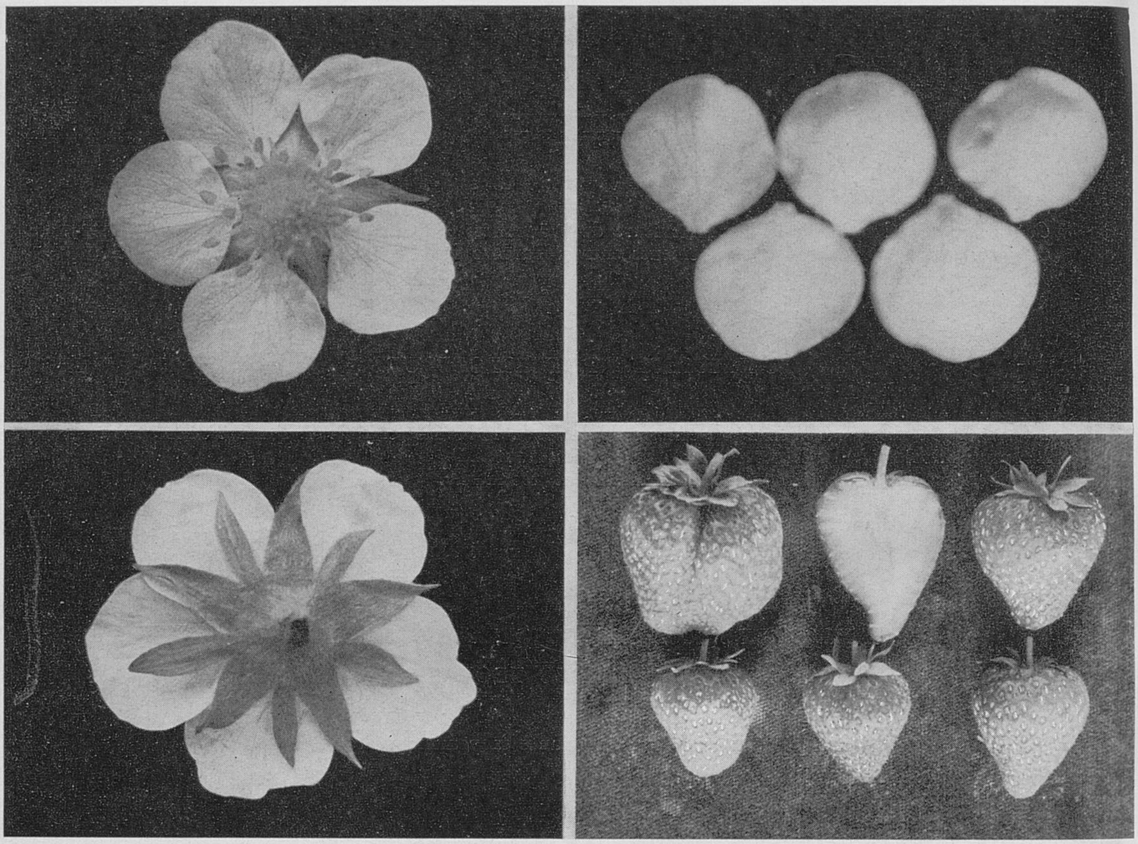
Pétiole :
Importance de la pilosité: faible à moyenne.
Position des poils: horizontaux.

Limbe :
Couleur: vert sombre à vert bleuté.
Brillant: moyennement brillant.
Rapport longueur/largeur: aussi long que large (0,95 à 1,05).
Angle de la base: plus de 120°.
Forme de la base: en U.
Pilosité de la face supérieure: moyenne à forte.
Forme générale de la foliole: en cuillère.

Caractères particuliers :

CARACTÈRES DES STOLONS :
Couleur: vert à l'ombre, rose à l'insolation.

CARACTÈRES DE LA FLEUR :
Étamines: présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées: 6,7.
Nombre de pétales des fleurs cadettes: (5)6.
Rapport longueur/largeur des pétales: aussi long que large.
Angle de base du pétale: obtus.
Grandeur respective des pièces florales: s ⩽ S < P.
Position des poils sur le pédoncule: appliqués.
Position des fleurs par rapport au feuillage: sous le feuillage.
Caractères particuliers:



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur : moyenne, homogène.
Forme générale : fruits aînés différents des fruits cadets.
Cadets : réguliers, coniques, légèrement allongés, à sommet assez pointu et base plane ou légèrement arrondie ; sommet parfois légèrement pincé.
Aînés : légèrement irréguliers, coniques à sommet pointu ou tronconiques ou parfois méplats, à sommet plus ou moins plan.
Couleur externe : rouge vif, parfois légèrement vineux à l'insolation, homogène.
Couleur de la chair : rouge orangé vif.
Couleur de la mèche : rouge orangé.
Position des akènes : légèrement en saillie.
Position des sépales : calice tangent au fruit ou légèrement dressé, calicule moyennement dressé.
Zone sans akène : nulle ou très faible.
Brillant du fruit : assez brillant.
Qualité de la chair : chair ferme, assez parfumée, moyennement sucrée, moyennement juteuse.
Résistance au transport : assez bonne.
Caractères particuliers :
pédoncule et calice se détachent facilement du fruit, généralement sans mèche.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété sans intérêt particulier.

YDUN

Synonyme :
Obtenteur : Station de Recherches de Spangsberg (Danemark).
Origine : (Tardive de Léopold × Deutsch Evern) × Culver (1936).

CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES

Époque de floraison : intermédiaire entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold
Époque de maturité : intermédiaire entre celle de Madame Moutot et celle de Tardive de Léopold
Émission des stolons : moyennement précoce, abondante.
Caractères particuliers :
très sensible à la chlorose.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DU FEUILLAGE ET DES HAMPES FLORALES

Aspect général de la plante : port assez étalé, plante touffue.

Caractères de la feuille :

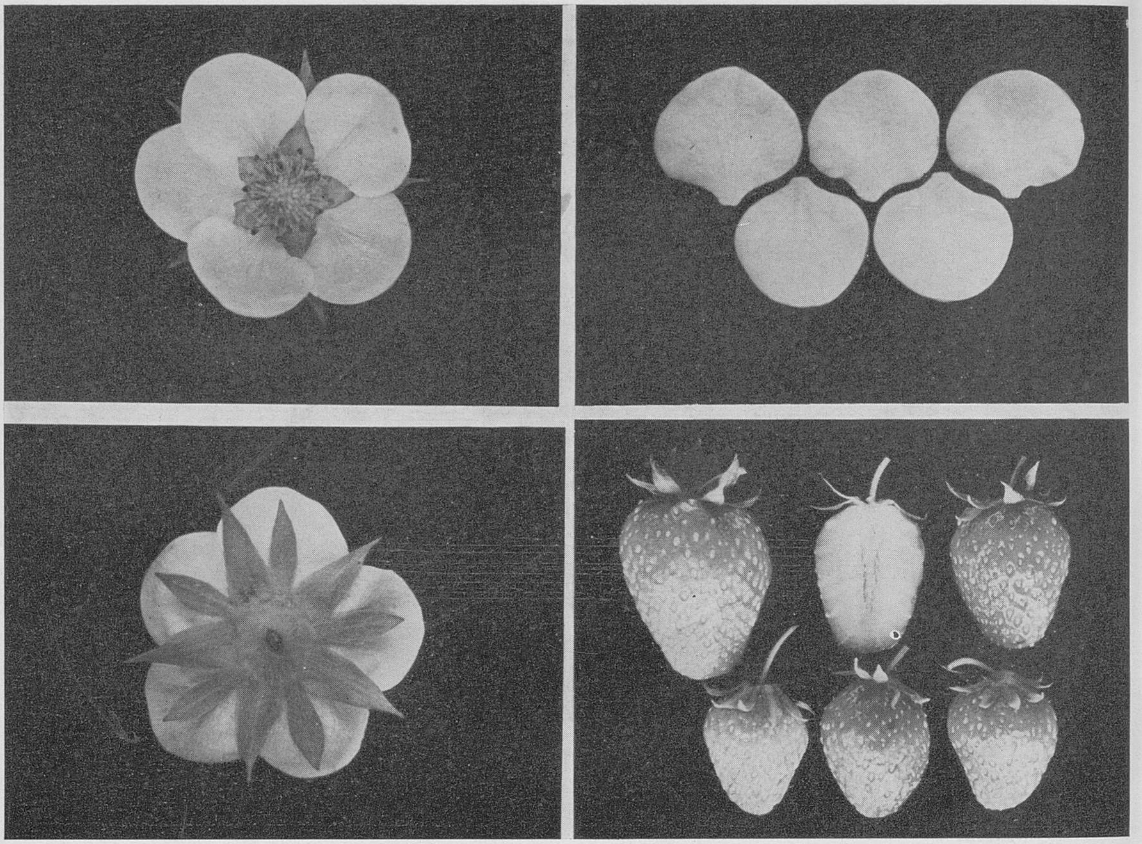
Pétiole :
Importance de la pilosité : forte.
Position des poils : abaissés.

Limbe :
Couleur : vert moyen.
Brillant : assez mat.
Rapport longueur/largeur : plus long que large (1,10 à 1,25).
Angle de la base : 100° à 120°.
Forme de la base : intermédiaire.
Pilosité de la face supérieure : très abondante.
Forme générale de la foliole : plane (légèrement en gouttière lorsqu'il y a plus de 3 folioles).

Caractères particuliers :
souvent 4 ou 5 folioles.

Caractères des stolons :
Couleur : rose à l'ombre, rougeâtre à l'insolation.

Caractères de la fleur :
Étamines : présentes.
Nombre de pétales des fleurs aînées : (5) 8.
Nombre de pétales des fleurs cadettes : (5) 6.
Rapport longueur/largeur des pétales : aussi long que large.
Angle de base du pétale : obtus.
Grandeur respective des pièces florales : s ⩽ S ⩽ P.
Position des poils sur le pédoncule : perpendiculaires.
Position des fleurs par rapport au feuillage : sous le feuillage.
Caractères particuliers :
pétales se chevauchant assez fortement ;
étamines partiellement avortées chez la plupart des plantes.



CARACTÈRES DU FRUIT

Grosseur: assez grosse, homogène.
Forme générale: fruits aînés et cadets de forme voisine.
Cadets: réguliers, allongés, coniques, à sommet et base arrondis.
Aînés: assez réguliers, plus ou moins bosselés, coniques, à sommet légèrement arrondi, ou parfois tronconiques.
Couleur externe: rouge orangé à rouge vif à l'insolation, plus claire à l'ombre.
Couleur de la chair: rouge orangé.
Couleur de la mèche: rouge orangé.
Position des akènes: très variable en fonction de la plus ou moins bonne fécondation.
Position des sépales: calice légèrement abaissé à extrémités souvent redressées, calicule tangent ou légèrement dressé.
Zone sans akène: moyenne.
Brillant du fruit: très brillant.
Qualité de la chair: chair moyennement ferme, moyennement parfumée, moyennement sucrée, moyennement juteuse, légèrement acidulée, légèrement filandreuse.
Résistance au transport: médiocre.
Caractères particuliers:
pédoncule et calice se détachent assez facilement du fruit ;
fruits souvent irréguliers du fait d'une mauvaise fécondation.

IMPORTANCE — INTÉRÊT

Variété très productive, mais la qualité du fruit est insuffisante pour en faire une variété de grande culture.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 3

Études des caractères 4

Liste alphabétique des variétés décrites 13

Tableaux de détermination 15
- A — Caractères de la feuille 15
- B — Caractères de la feuille, de la fleur, du fruit 21

Description des variétés 33
- Auchincruive Climax 35
- Belle Bourguignonne 37
- Cambridge Favourite 39
- Délicieuse 41
- Docteur Morère 43
- Early Cambridge 45
- Empereur Nicolas 47
- Fertilité 49
- Général de Gaulle 51
- Général Leclerc 53
- Hâtive de Caen 55
- Hercule 57
- Huxley 59
- Indra 61
- Inga 63
- Ladette 65
- La Messagère 67
- Louis Gauthier 69
- Madame J. Leroy-Ladurie 71
- Madame Lefebvre 73
- Madame Moutot 75
- Ma Préférée 77
- Merton Princesse 79
- Muscade 81
- Perle de Prague 83
- Pocahontas 85
- Précoce Musquée 87
- Régal 89
- Régina 91
- Reine des Précoces 93
- Reine Louise 95
- Robinson 97
- Royal Sovereign 99
- Royale du Vaucluse 101
- Sannier 103
- Sénateur Boissel 105
- Senga Sengana 107
- Souvenir de Charles Machiroux 109

Souvenir de Nungesser 111
Sparkle 113
Surprise des Halles........ 115
Surprise du Vaucluse 117
Talisman 119
Tardive de Léopold........ 121
Temple 123
Vicomtesse Héricart de Thury 125
Ville de Caen 127
Ville de Paris 129
Voltaire 131
Wädenswil 1 133
Wädenswil 3 135
Wädenswil 4 137
Ydun........ 139

Le Directeur-Gérant : M.-L. Cagnac

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 1-8-1962.

Dépôt légal : 3e trimestre 1962. *N° d'impression : 290*

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

VOLUME 12 1962 N° HORS SÉRIE

ÉTUDE GÉNÉTIQUE ET CYTOGÉNÉTIQUE DES ESPÈCES *LOLIUM PERENNE* L., *FESTUCA PRATENSIS* HUDS ET DE LEURS HYBRIDES

par S. ESSAD

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise).

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
149, rue de Grenelle, Paris-7e

ÉTUDE GÉNÉTIQUE ET CYTOGÉNÉTIQUE DES ESPÈCES *LOLIUM PERENNE* L., *FESTUCA PRATENSIS* HUDS ET DE LEURS HYBRIDES (1)

S. ESSAD

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles (Seine-et-Oise)

SOMMAIRE

I. — INTRODUCTION.

Position systématique des deux espèces.
Buts du croisement.

II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES.

A. Le matériel végétal.
B. Hybridations, fécondations libres et autofécondations.
C. Mensurations.
D. Morphologie chromosomique et méioses.
E. Pollen et déhiscence staminale.
F. Traitements à la colchicine.

III. — CARACTÈRES SOMATIQUES DES PARENTS ET DES HYBRIDES F_1.

A. Données bibliographiques:
1° Morphologie externe;
2° Anatomie des feuilles ;
3° Caryologie.
B. Descriptions de morphologie externe et mensurations:
1° Descriptions;
2° Analyse de divers caractères quantitatifs.
C. Anatomie des feuilles :
1° Structure fondamentale du limbe en coupes transversales ;
2° Les structures spécifiques ;
3° L'angle α.
D. La morphologie des chromosomes.
Conclusions.

(1) Ce travail a fait l'objet d'une thèse.

IV. — La méiose chez les parents et les hybrides F_1.

Introduction.
A. Critères d'associations chromosomiques diploïdes.
B. Les associations chromosomiques des parents et hybrides F_1 :
1° au niveau diploïde ;
2° au niveau tétraploïde.
C. Autres caractéristiques de méioses.
D. La signification possible des ponts sans fragments.
Conclusion.

V. — La fertilité des parents et des hybrides F_1.

A. Fertilités polliniques :
1° Précision et constance des mesures ;
2° Relations entre la fertilité pollinique et la déhiscence staminale;
3° Relations entre la fertilité pollinique et la méiose ;
4° Valeurs obtenues.
B. Fertilités femelles :
1° Définition et méthodes de mesures : limitations ;
2° Valeurs obtenues ;
3° Discussion des résultats obtenus.

VI. — Caractères de la deuxième génération hybride.

A. Nombres chromosomiques R_1 et complément à l'étude des fertilités femelles F_1.
B. Caractères morphologiques et physiologiques.
C. Méioses et fertilités.
D. Discussion des résultats obtenus. Mise en évidence de phénomènes sélectifs.

VII. — Phénomènes sélectifs.

A. Mesure de l'introgression pour un caractère monofactoriel.
B. Signification génétique des résultats du recroisement par *Lolium*.
C. Les mécanismes sélectifs :
1° Effet maternel de sélection gamétophytique;
2° Estimation du nombre de facteurs de viabilité gamétophytique différentiels ;
3° Sélection sporophytique ;
4° Représentation schématique d'ensemble des mécanismes sélectifs postulés (fig. 48)

VIII. — Récapitulation et conclusion.

A. Rappel des principaux résultats :
1° Chromosomes ;
2° Fertilités ;
3° Caractères morphologiques et physiologiques.
B. Les interprétations.
C. Conclusion.

Résumé.

Références bibliographiques.

I. — INTRODUCTION

Les genres *Lolium* et *Festuca* s'opposent par un certain nombre de caractères dont les plus nets sont, des points de vue morphologique, anatomique, caryologique et évolutif, la complexité du genre *Festuca* et la clarté du genre *Lolium*. Chez celui-ci, si les relations entre espèces ne sont pas encore parfaitement déterminées, elles ne sauraient tarder à se préciser par la mise en œuvre des méthodes d'analyse bio-systématique (Clausen J., Keck D. D. et Hiesey W. M., 1945), mais dès à présent il est possible d'y constituer deux groupes bien définis ayant au moins la valeur d'espèces : les *Eulolium* G. et G. dont le type est représenté par le tryptique homogène *Lolium perenne* L., *Lolium italicum* A. Br. et *Lolium multiflorum* Lamk. qui n'ont pas entre eux valeur d'écospecies et les *Craepalia* Godr. répartis entre *Lolium temulentum* L. et *L. remotum* Schrank. exclusivement adventices (Rouy G., 1913 ; Essad, 1954). Nous n'avons pas encore eu l'occasion d'y préciser la situation des deux autres espèces reconnues : *L. subulatum* Vis. et *L. persicum*. *Lolium rigidum* Gaud. se situe dans la section *Eulolium*. Toutes ces espèces ont $2n = 14$ chromosomes, caractère remarquable chez les Graminées où l'on rencontre une variation polyploïde intragénérique importante. C'est le cas notamment du genre *Festuca* où les valeurs $2n$ déterminées varient de 14 à 70, variation en rapport avec le nombre des espèces reconnues et l'extension géographique du genre. La diversification des espèces du genre *Festuca* est extrême, tant morphologiquement (*Ovinae* Fries avec ses nombreuses espèces aux feuilles enroulées-subulées, *Subbulboseae* Nyman. avec une seule espèce, aux tiges renflées à la base et aux feuilles planes) que physiologiquement : nombreux hybrides interspécifiques jamais obtenus alors que toutes les combinaisons interspécifiques sont réalisables chez *Lolium*, exigences et localisations extrêmement variées des différentes espèces. Sur les 24 espèces reconnues par Rouy, 15 sont exclusivement montagnardes parmi lesquelles certaines sont strictement limitées quant à leur habitat (*F. glacialis* Miègev., F. *Sardoa* Hackel), 5 sont des espèces de lieux ombragés et humides en altitude faible ou moyenne, 1 seule, *Festuca dumetorum* L., se rencontre exclusivement dans les sables maritimes et dunes (de la Belgique à l'Espagne). Trois autres espèces, *Festuca pratensis* Huds., *F. ovina* L. et *F. duriuscula* L., bien que présentant des exigences particulières, se rencontrent dans des situations très diverses et possèdent une aire d'extension considérable (Europe, Asie, Amérique). Cette extension de l'habitat du genre *Festuca* l'emporte de beaucoup sur celle du genre *Lolium* qui ne possède, à notre connaissance, aucune aptitude particulière à s'établir en altitude ; *Lolium rigidum* (et *strictum*) et *L. subulatum* en particulier se rencontrent en milieux secs bien qu'elles ne soient pas xérophytiques, et les autres espèces du genre sont mésophytiques.

Ces deux genres sont séparés taxinomiquement par leur type d'inflorescence : épi typique du *Lolium* s'opposant à la panicule de la Fétuque et cette seule différence, importante il est vrai, les enferme dans deux tribus différentes, respectivement *Lolieae* Rouy et *Festuceae* Benth., elles-mêmes classées par Rouy dans deux sous-ordres différents : *Secalineae* Rouy et *Festucineae* Rouy. Dans une étude publiée en 1960, Prat présente les conceptions actuelles en matière de systématique des Graminées ;

et l'on y retrouve *Lolium* et *Festuca* placés respectivement dans les tribus des Hordées et des Festucées, sous-famille des Festucoïdées. Or, ce hiatus taxinomique considérable se heurte à l'évidence d'hybridations entre espèces appartenant à ces deux genres. Nous citerons pour mémoire les hybrides artificiels qui confirment l'origine supposée d'individus déjà observés dans la nature. JENKIN (1933, 1955) a obtenu les hybrides entre *Lolium perenne* et *Festuca pratensis, arundinacea, gigantea, rubra, heterophylla,* mais par contre il n'a pu réussir les hybrides entre *Festuca pratensis* et *F. capillata, heterophylla* et *rubra.* Il est remarquable que F. *rubra* et *heterophylla* se croisent avec *Lolium perenne* alors qu'avec *Festuca pratensis* ces deux espèces demeurent stériles.

La proximité phylétique ainsi exprimée entre ces deux genres devient parfaitement évidente lorsque l'on sait que l'appariement chromosomique chez l'hybride *Lolium perenne* × *Festuca pratensis* (*Festuca loliacea* Curt.) est parfaitement normal (PETO, 1933). L'existence d'un tel désaccord entre les données de l'analyse cytogénétique et la classification botanique donne à cet hybride un intérêt tout particulier qui justifie à lui seul l'approfondissement des recherches qui lui ont déjà été consacrées Cet hybride est par ailleurs susceptible d'apporter dans le domaine agronomique, des produits nouveaux présentant, sinon une synthèse complète des qualités des deux espèces parentes, tout au moins une amélioration sensible des aptitudes de l'une ou l'autre espèce. Comportement estival, résistance au froid et à la submersion sont en faveur de *Festuca pratensis* qui est de ce fait considérée comme plus « rustique » que *Lolium perenne.* L'avantage de celui-ci se manifeste par une meilleure qualité fourragère (lignification plus faible), mais sa culture n'est possible que dans des limites de climat océanique très strictes. La recherche d'une telle amélioration nous a conduit à réaliser de nouveaux hybrides F_1 à partir de souches sélectionnées et à reprendre l'analyse de ces hybrides en essayant de préciser au maximum leurs caractéristiques somatiques et germinales, en vue d'analyser les modalités de l'isolement reproducteur des espèces parentes.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. — Le matériel végétal

L'ensemble du matériel étudié ici a été cultivé à Versailles sur sol de limon à 40 × 40 cm avec un éclatage annuel ou bisannuel et des semis effectués au mois de septembre.

Cinq hybrides F_1 ont été obtenus et étudiés dans le cours de ce travail. LF 15 est issu d'un croisement contrôlé entre la souche *Lolium perenne* L 29, issue d'une population de Versailles et ayant subi deux générations d'autofécondation d'une part, et d'autre part la souche M 115 issue d'une population de Fétuques des Prés provenant des Marquoises (Manche). LF 16 provient d'un *L. perenne* (S 52) issu de la souche S 24 d'Aberystwyth ayant subi une génération d'autofécondation, castré et laissé en fécondation libre dans une pépinière de *Festuca pratensis* entre deux lignes du clone M 115. Les trois autres hybrides, LF17, LF 18 et LF 19 proviennent

d'un croisement contrôlé entre S 42-2 et S 42-3 (issues d'une plante sœur de S 52), et M 115. Indiquons ici que le groupe hybride est morphologiquement très homogène à l'exception de LF 19 qui présente un caractère de nanisme et de fragilité très accentué.

Afin d'étendre la portée des observations réalisées, nous avons fréquemment adjoint aux parents proprement dits d'autres plantes dont l'origine sera précisée chaque fois que cela sera nécessaire. Nous signalerons seulement ici un clone qui a été très fréquemment mis en parallèle avec M 115 : il s'agit de R 13, une Fétuque des Prés originaire de Rouen, susceptible d'être intervenue dans la formation de l'hybride LF 16 et entrant pour une bonne part dans celle des descendants en fécondation libre de M 115.

B. — Hybridations, fécondations libres et autofécondations

La technique d'hybridation qui nous a donné les résultats les plus satisfaisants est la suivante : les parents, cultivés en pots de 22 cm de diamètre, sont disposés peu avant la floraison, en cases d'isolement hermétiquement closes, le parent mâle surplombant le parent femelle. Celui-ci est castré en temps utile et la pollinisation s'effectue très simplement en secouant les inflorescences mâles lorsque baillent les fleurs femelles. Cette opération est effectuée tous les jours jusqu'à la fin de la floraison des plantes femelles en renouvelant si nécessaire le parent mâle afin que le nuage de pollen fécondant soit suffisamment important. Le décalage des heures de floraison de *Lolium perenne* (11 à 13 heures) et de *Festuca pratensis* (8 à 9 heures) ne présente pas d'inconvénient pour la réussite du croisement réalisé dans le sens *Lolium* ♀ × *Festuca* ♂. Durant la période d'isolement des parents qui se prolonge jusqu'à la fin de la floraison, les plantes se trouvent dans une atmosphère très humide et sont parfois soumises à des températures supérieures à 40°C au cours de la journée.

Les autofécondations ont été réalisées soit par isolement en cases dans les conditions que nous venons de décrire (et en prenant bien soin de secouer quotidiennement les inflorescences pendant l'anthèse), soit par ensachage des inflorescences en sachets de cellophane sur les plantes en place. La première méthode est nettement préférable mais n'a pu être employée qu'exceptionnellement. Par ailleurs, en raison de l'égrenage des inflorescences à l'approche de la maturité complète des caryopses, il s'est révélé nécessaire d'ensacher, dès la fin de l'anthèse, les inflorescences laissées en fécondation libre.

C. — Mensurations

Les caractères morphologiques ont été relevés sur quatre tiges prises au moment de la première floraison parmi les plus développées. En ce qui concerne les feuilles, les mesures ont été effectuées sur la dernière feuille culmaire, c'est-à-dire la feuille située immédiatement sous l'inflorescence, et les largeurs indiquées sont toujours les largeurs maxima. Les observations, dénombrements et mensurations ayant trait aux glumes ou aux épillets concernent la zone de plus faible variabilité de ces organes, zone correspondant approximativement au quart médian supérieur du rachis. Le choix de la baguette caractéristique de la plante considérée s'est révélé délicat. Une brève étude préliminaire dont nous ne ferons pas davantage mention

nous a conduit à discerner dans les inflorescences de *Lolium perenne* et des hybrides, 3 zones, d'après les variations de longueur de la baguette portée par la première fleur : les 5 ou 6 épillets de la base présentent des valeurs élevées, très rapidement décroissantes, pour atteindre une deuxième zone de valeurs moyennes présentant des variations parfois importantes d'un épillet à l'autre ; la troisième zone présente des valeurs plus faibles et assez variables. Ces trois zones présentent en outre des variations extrêmement accusées entre épis : font seuls exception les épillets extrêmes, c'est-à-dire le premier et le dernier, qui conservent une excellente stabilité d'un épi à l'autre, mais qui diffèrent entre eux fréquemment du simple au double. Nous avons ici choisi arbitrairement de mesurer la baguette portée par la première fleur de l'épillet terminal.

Les caractères anatomiques des feuilles ont été étudiés sur coupes transversales effectuées à main-levée avec l'aide d'un microtome à main et colorées par la technique classique du carmin-vert d'iode. Ces coupes ont été réalisées exclusivement sur la dernière feuille culmaire prélevée au stade floraison et fixée dans un fixateur-conservateur dont la formule est la suivante (KING, d'après Mc LEAN et COOK, 1941).

Formol à 5 p. 100	100 parties
Alcool à 95°	150 —
Glycérine	50 —

Les observations et mensurations ont été faites au microscope avec un grossissement de 188 ×, la mesure des angles étant réalisée après projection à un grossissement de 420 ×.

D. — Morphologie chromosomique et méioses

La morphologie des chromosomes a été étudiée à partir de pointes de racines prélevées en pots, immergées pendant deux heures dans une solution saturée d'α-monochloronaphtalène et colorées à l'orcéine acétique à 1 ou 2 p. 100 (suivant la qualité de l'orcéine qui était à notre disposition) par chauffage pendant 3 à 4 minutes à une température inférieure au point d'ébullition. Écrasement et montage sont effectués dans une goutte d'orcéine fraîche sous lamelle 20 × 20 lutée ensuite à la paraffine. Les plaques métaphasiques complètes et bien étalées étaient dessinées à la chambre claire à un grossissement de 3 200 × et toutes les mesures ont été prises sur ces dessins.

La technique que nous avons employée pour l'analyse des méioses est aujourd'hui classique. Elle consiste à fixer les étamines pendant 24 à 48 heures dans un fixateur du type alcool-acétique (3 : 1) renfermant une faible proportion d'une solution saturée de perchlorure de fer *cristallisé* (environ une goutte pour 50 ml de fixateur). Les étamines sont conservées dans l'acool à 70°, après deux rinçages pour éliminer toute trace de fixateur. La coloration se fait en écrasant directement l'étamine entre lame et lamelle dans une goutte d'acéto-carmin ferrique. Un chauffage rapide sur lampe à alcool permet une excellente différentiation des chromosomes qui sont ensuite étalés par une pression sur la lamelle recouverte d'un buvard qui absorbe l'excès de colorant. La préparation est alors lutée par un procédé quelconque ou peut être montée en préparation permanente à l'Euparal suivant la technique de DARLINGTON et LA COUR (2e éd. 1947, p. 126). Chaque plante a été analysée sur un minimum de 50 cellules en métaphase I.

E. — Pollen et déhiscence staminale

Le pollen a été prélevé sur place en faisant éclater délicatement à l'aide d'une fine spatule métallique 6 à 8 étamines dans une goutte de safranine-glycérine préalablement déposée sur une lame. Les enveloppes vides sont éliminées et la goutte de colorant renfermant le pollen est simplement recouverte d'une lamelle 20 × 20 ou 22 × 22. Ces préparations sont parfaitement lisibles après quelques jours et peuvent être conservées indéfiniment sans autre manipulation ou précaution particulière. Le colorant se prépare de la manière suivante :

Safranine à 1 p. 100 dans l'alcool à 95°	1 partie
Glycérine ..	2 parties
Eau distillée ..	1 partie

Pour la plupart des plantes, la discrimination entre grains de pollen fonctionnels et non fonctionnels ne présente pas de difficultés, mais dans certains cas s'est posé un problème de délimitation des deux catégories (fig. 1). Nous avons alors adopté

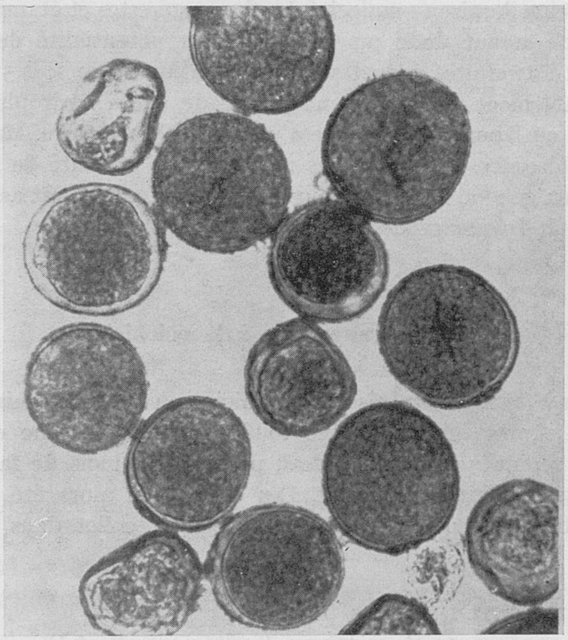


FIG. 1. — *Pollen de* Lolium perenne *L* 29

de considérer comme non fonctionnels tous les grains de pollen présentant un cytoplasme rétracté de telle sorte que les pointes du croissant clair dessiné dans le grain dépassent un diamètre. Cette caractéristique accompagnant généralement un aspect hétérogène du cytoplasme nous semble devoir correspondre à une limite de viabilité effective.

Les pourcentages de bon pollen ont été effectués sur un total de 400 à 500 grains correspondant à un minimum de 4 champs de microscope aussi éloignés que

possible afin d'avoir une représentation complète de la population de pollen de chaque préparation.

Nous avons par ailleurs relevé le caractère de déhiscence des sacs polliniques afin de rechercher dans quelle mesure cette expression de la fertilité mâle est liée à la fertilité pollinique proprement dite. Nous avons ainsi été conduit à établir 5 classes :

Classe 0 : Étamines plates (vides) ;
Classe 1 : Étamines indéhiscentes ;
Classe 2 : Étamines en majorité indéhiscentes ;
Classe 3 : Mélange d'étamines déhiscentes et indéhiscentes ;
Classe 4 : Étamines en majorité déhiscentes ;
Classe 5 : Étamines toutes déhiscentes.

Les observations ont été faites sur un ensemble d'étamines prélevées très simplement en laissant glisser entre les doigts les inflorescences en cours d'anthèse au moment de la pleine floraison : majorité des fleurs ouvertes et étamines sorties depuis un certain temps, ayant donc pu exprimer leur potentialité de déhiscence. Ces étamines étaient introduites dans des tubes à fixation de 50 × 2,5 mm dont le fond avait été préalablement couvert d'une pincée de coton hydrophile. Les examens étaient effectués au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire. Malgré la gradation continue des déhiscences, les notations n'ont jamais présenté de grosses difficultés étant donné qu'en général le degré d'ouverture des étamines est assez régulièrement proportionnel à la fréquence des étamines déhiscentes.

F. — Traitements à la colchicine

Deux clones F_1 ont été traités à la colchicine en vue d'obtenir leur doublement chromosomique. Après éclatage d'une touffe de chaque clone en talles simples, ceux-ci ont été repiqués dans du terreau pendant un mois de façon à obtenir un développement radiculaire important. Ces éclats ont alors été rincés, réunis en bottillons, habillés et immergés jusqu'au-dessus du collet dans des solutions de colchicine de :

0,9 p. 100 pendant 15 heures (traitement A) ;
0,5 p. 100 pendant 24 et 40 heures (traitements B et C).

Après le traitement, les plantes ont été rincées rapidement et repiquées individuellement en pots (1-9-1955) où les pointes des racines néoformées ont été prélevées à raison de 3 par pot, à partir du 28-9 à des fins de dénombrements chromosomiques uniquement destinés à juger de l'efficacité des traitements employés. Les plantes ont été en même temps éclatées en talles simples repiqués individuellement en pots. Lors du dénombrement suivant, seuls ont été conservés et éclatés à nouveau, les éclats ayant émis des racines tétraploïdes. Un dernier tri a dû être effectué au printemps pour tenter de ne conserver que des éclats entièrement tétraploïdes.

Sur 129 éclats traités, 90 ont survécu, 207 pointes de racines ont été dénombrées lors du premier cycle et les résulats obtenus se répartissent de la manière suivante (tableaux 1 et 2).

TABLEAU 1

Répartition des éclats morts après traitements à la colchicine

		LF 15	LF 16	Σ
Traitements	A	4/19	10/24	14/43
	B	4/20	5/21	9/41
	C	7/19	9/26	16/45
	Σ	15/58	24/71	39/129

TABLEAU 2

Répartition des racines 2n, 4n et mixoploïdes entre les différents clones et traitements

		2n	Mixo.	⩾ 4n	Σ
LF 15	A	17	7	8	32
	B	30	2	11	43
	C	26	1	3	30
	Σ	73	10	22	105
LF 16	A	21	4	7	32
	B	14	7	17	38
	C	20	4	8	32
	Σ	55	15	32	102
ΣΣ		128	25	54	207
% global		62 %	12 %	26 %	

En ce qui concerne les mortalités, aucune différence ne se manifeste entre clones ou traitements : le χ^2 d'homogénéité donne une valeur de 3,23 pour 5 degrés de liberté (contre 11,07 au point 0,05).

En ce qui concerne la polyploïdisation des racines, nous n'avons relevé aucune différence significative : entre traitements $\chi^2 = 8{,}66$ avec 4 degrés de liberté ($\chi^2_{0,05} = 9{,}5$) et entre clones $\chi^2 = 5{,}24$ avec 2 degrés de liberté ($\chi^2_{0,05} = 6{,}0$).

Deux autres traitements, D et E (1 p. 100 pendant 16 et 24 heures) effectués 20 jours plus tard, se sont trouvés retardés considérablement par rapport aux premiers traitements, si bien que la vague de froid qui sévit en février 1956 détruisit une partie de ce deuxième lot avant la fin des dénombrements qui auraient permis la comparaison des 5 traitements effectués. Les destructions par le froid atteignirent de même le premier lot de plantes traitées, rendant ainsi ininterprétable le résultat final de cet essai de création de plantes 4*n*. Après deux éclatages, ont été obtenues une plante de LF 15 entièrement 4*n* provenant du traitement E et cinq plantes mixoploïdes de LF 16 provenant des traitements A, B, C, et D.

III. CARACTÈRES SOMATIQUES DES PARENTS ET HYBRIDES F_1

A. — Données bibliographiques

Selon JENKIN (1933) l'hybride *Lolium perenne* × *Festuca pratensis* décrit par CURTIS en 1777 sous le nom de *Festuca loliacea* est considéré comme tel pour la première fois par BRAUN (1834) tandis que GARTON serait le premier à l'obtenir expérimentalement. Il faut cependant attendre JENKIN et les précisions qu'il apporte en 1933 et 1955 pour pouvoir considérer l'origine de *Festuca loliacea* comme une possibilité scientifiquement établie.

1° MORPHOLOGIE EXTERNE

Nous prendrons comme bases de descriptions celles que donne HUSNOT (1899) de l'hybride et de ses parents (tableau 3).

TABLEAU 3

Description des espèces parentes et de leurs hybrides naturels d'après HUSNOT

Lolium perenne L.	*F. loliacea* (Huds.) (= en fait Curt.)	*F. pratensis* Huds.
Tiges de 1-6 déc., dressées ou ascendantes, fasciculées ; souche vivace, fibreuse, émettant des fascicules stériles de feuilles.	Tige de 4-8 déc., dressée ou ascendante ; souche fibreuse ou à rhizomes plus ou moins longs.	Tige de 5-12 déc., dressée ; souche fibreuse.
Feuilles vertes, planes, linéaires, acuminées, ord[t] pliées longitudinalement dans leur jeune âge, glabres, lisses ; gaines glabres ; ligule courte, tronquée.	Feuilles vertes, planes, linéaires, acuminées, ± scabres aux bords; ligule très courte, tronquée, présentant deux oreillettes latérales	Feuilles vertes, planes, larges de 3-5 mill., long[t] acuminées scabres aux bords dans la partie sup. ; ligule courte tronquée, présentant deux oreillettes latérales.
Épi dressé, ord[t] assez large. Épillets appliqués contre le rachis ou peu écartés, plus espacés dans la partie inférieure de l'épi, plus longs que les entre-nœuds dans la partie sup., lancéolés, contenant 3-10 fleurs mutiques ou très rarement quelques-unes aristées.	*Grappe* verdâtre ou violacée, *spiciforme* distique, dressée ou peu penchée au sommet, très étroite, allongée, simple ou très rarement rameuse à la base ; rameaux solitaires ou les inférieurs rarement géminés, très courts, les supérieurs réduits à un *pédicelle très court* ne portant qu'un seul épillet *appliqué dans les excavations du rachis* comme dans le genre *Lolium*, très rarement plusieurs épillets et à la partie inf. seulement. Épillets alternes, oblongs, linéaires, contenant 5-12 fleurs.	*Panicule* verdâtre ou violacée, dressée ou un peu penchée au sommet, allongée, étroite, lâche étalée pendant la floraison puis contractée et étroite ; rameaux ord[t] géminés, inégaux, presque lisses ou scabres, le plus court ne portant ord[t] qu'un seul épillet et le plus long 3-6 épillets oblongs contenant 5-10 fleurs

TABLEAU 3 *(suite)*

Lolium perenne L.	*F. loliacea* (Huds.)	*F. pratensis* Huds.
Glume atteignant la moitié ou presque la longueur des épillets, linéaire-lancéolée, subobtuse, étroitement scarieuse aux bords, 5-nerviée.	Glumes de l'épillet terminal presque égales, les autres très inégales, largement scarieuses au sommet et aux bords ; l'inf. plus petite, trinerviée ; la sup. oblongue linéaire, obtuse, fortement 5-nerviée.	Glumes inégales, larg[t] scarieuses aux bords ; la sup. atteignant la moitié de la fleur placée au-dessus, lancéolée, obtuse, munie de 3 fortes nervures et quelquefois de deux autres beaucoup plus courtes.
Glumelles égales ou presque égales ; l'inf. lancéolée, échancrée au sommet, munie de 5 nervures dont les 2 latérales saillantes et les autres peu distinctes, excepté au sommet ; la supérieure atténuée, entière, brièvement ciliée sur les carènes.	Glumelles égales ou la sup. un peu plus longue ; l'inf. oblongue, lancéolée, subobtuse, larg[t] scarieuse au sommet, à 7 nervures peu apparentes ; la supérieure large, obtuse, brièvement bifide, scabre sur les carènes.	Glumelles presque égales ; l'inf. oblongue-lancéolée, aiguë, mutique ou plus rarement mucronée ou brièvement aristée, largement scarieuse, 5-nerviée.
	Ovaire glabre	Ovaire glabre
Vivace.	Vivace.	Vivace.
Mai-octobre.	Mai-juin.	Juin-juillet.

(*F. Loliacea*) ressemble beaucoup par son inflorescence au *Lolium perenne*, on l'en distingue par ses épillets distinctement pédicellés au moins les inférieurs et pourvus de deux glumes ; dans le *Lolium perenne*, ils sont tous sessiles et il n'y a que le terminal qui soit muni de deux glumes, les autres n'en ont qu'une seule. Cette plante paraît être un hybride du *Festuca pratensis* et du *Lolium perenne*.

Rouy (1913) appuie plus fortement sur la forme des épillets de l'hybride « étroitement elliptiques-comprimés » et signale un caractère que nous soulignerons : « Caryopses très rarement développés).

L'analyse morphologique des douze F_1 expérimentaux étudiés par Jenkin (1955) montre une variabilité assez grande des caractères relevés dans la flore de Clapham, Tutin et Warberg où la description se limite aux grands traits de l'inflorescence. En particulier en ce qui concerne les épillets : ceux-ci sont plus ou moins festuciformes, ils peuvent être soit nettement pédonculés, soit « sessiles ou presque » et la glume interne, plus ou moins développée, peut être absente. Cet auteur est particulièrement frappé par la fréquence élevée dans son matériel des inflorescences ramifiées, ce qui s'oppose à la rareté de ce caractère signalée par sa flore de référence (de même que par les flores de Rouy et Husnot) et en conséquence il tente d'expliquer cette non-conformité entre hybrides expérimentaux et descriptions botaniques soit par les conditions particulièrement favorables de culture de ses plantes, soit par l'existence de variations génétiques du caractère « ramification » chez les parents *Lolium* et *Festuca*. Il est en effet intéressant de noter que *Lolium perenne* présente parfois des cas de ramifications de la base des épis alors que le cas inverse existe chez *Festuca pratensis*. Jenkin signale en outre l'identité de structure du rachis ainsi que des insertions chez *L. perenne* et l'hybride : rachis de section quadrangulaire avec insertions opposées tandis que chez *Festuca pratensis* le rachis est de section sensiblement triangulaire avec insertions situées uniquement sur deux des trois côtés. Enfin, le nombre de fleurs par épillet est plus élevé chez l'hybride que chez *F. pratensis* et le nombre de nœuds du rachis « semblerait réduit sous l'influence de *F. pratensis* ».

WINKLER (1938) a étudié aussi la morphologie d'hybrides naturels et signale une vigueur supérieure à celle des *L. perenne* témoins, tous les intermédiaires entre port dressé et port étalé, un feuillage plus abondant et des feuilles plus étroites que *F. pratensis*. Les inflorescences sont proches de celles de *L. perenne* mais plus lâches, avec des épillets festuciformes pédonculés (1 à 6 mm). La glume inférieure manque parfois au milieu de l' « épi », et la supérieure, tout en présentant une longueur voisine de celle du *Lolium* ne dépasse généralement pas la première fleur de l'épillet. Comme JENKIN, il signale des étamines indéhiscentes et n'a obtenu aucune graine en quatre ans malgré l'éclatage important de ses 6 ou 7 (*sic*) F_1.

On voit donc que les caractères distinctifs permettant de caractériser morphologiquemnet les *Festuca loliacea* sont rares et peu précis, bien que leur accumulation, notamment pour les caractères de l'inflorescence, permette cependant de situer ces plantes avec une probabilité d'erreur assez faible. Notons pour terminer que l'on rencontre à l'intérieur de l'espèce *Lolium perenne* des individus présentant des étamines indéhiscentes et que l'existence de glumes inférieures n'y semble pas particulièrement rare (ESSAD 1954 ; JENKIN 1955).

2° ANATOMIE DES FEUILLES

Les feuilles des Graminées sont « ... distiques, une seule à chaque nœud, rarement plusieurs ; la partie pétiolaire est enroulée autour de la tige en gaine dont les bords sont libres (gaine fendue) ou rarement soudés dans la partie inférieure ou jusqu'au sommet ; le limbe est linéaire, rarement lancéolé ou ovale, à nervures parallèles (la médiane plus prononcée) quelquefois peu apparentes ; on donne le nom de ligule à une membrane soudée à la face interne du sommet de la gaine qu'elle dépasse ordinairement plus ou moins ».(HUSNOT).

PEE-LABY (1898), dans une « Étude Anatomique de la Feuille des Graminées de la France », après un historique détaillé des études de la structure des feuilles de Graminées (considérées comme toutes identiques jusqu'à DUVAL-JOUVE 1870-75 et HACKEL 1881), analyse succinctement leur structure générale. Il établit une classification de cette famille basée sur le parallélisme des faces du limbe sur coupes transversales, le rapport du nombre de stomates entre les faces inférieure et supérieure et l'importance du développement du tissu moteur (dénomination originale, parfois remplacée par cellules bulliformes de DUVAL-JOUVE ou cellules aquifères de certains traités de botanique (BACH, PLANTEFOL). Dans cette classification, *Lolium perenne* et *Festuca pratensis* se trouvent réunis par l'existence de faces du limbe non parallèles, de stomates en nombre plus élevé à la face supérieure qu'à la face inférieure et de cellules motrices très développées. La gaine verte (voir figures 1 à 6), aussi dénommée gaine péridesmique (BACH), y présente un grand développement et, caractéristique de ce groupe, la face supérieure du limbe, en coupe transversale est extrêmement sinueuse. Signalons aussi pour mémoire que l'auteur de ce travail important compare en outre l'anatomie de la feuille à celle la tige et analyse en détail la structure et les fonctions de la gaine verte, des cellules motrices, des stomates ainsi que la structure de l'épiderme.

En 1956, SOPER publie une étude anatomique du *Lolium perenne* de laquelle nous extrayons les observations suivantes : des bandes longitudinales sous-épidermi-

ques de sclérenchyme sont situées sous le faisceau médian, généralement au-dessus de chaque faisceau, quelquefois sous les faisceaux latéraux et aussi le long de chaque bord de feuille. Extension fréquente de la gaine scléreuse (bundle-sheath) au-dessus du faisceau médian, extension que l'on observe parfois au-dessus des faisceaux latéraux. Généralement on n'observe qu'un mésophylle spongieux mais en plus, quelquefois une couche palissadique faiblement développée sur une ou les deux faces de la feuille. Les espaces intercellulaires sont abondants. La gaine présente une face interne moins fortement ondulée que la face supérieure du limbe et on y constate, au cours de la croissance, des ruptures de parenchyme donnant les lacunes importantes à maturité. Souvent moins de faisceaux que dans le limbe et les connections latérales y sont plus nombreuses.

Une étude comparative précise des structures foliaires de *Lolium perenne, Festuca pratensis* et de leur hybride, celui-ci étant un hybride naturel correspondant aux descriptions de *Festuca loliacea,* a été publiée par KNOLL (1929). Sa description des coupes de feuilles de *Festuca pratensis* est malheureusement beaucoup moins détaillée que celles de *Lolium perenne* et de l'hybride et nous n'avons pas pu prendre connaissance des illustrations hors texte qui devaient accompagner les descriptions proprement dites. L'essentiel de ses observations se ramène à la forme des prismes nervaires, c'est-à-dire des villosités qui dessinent l'épiderme supérieur, ainsi qu'à l'importance des bandes de sclérenchyme situées comme des longerons au niveau des épidermes, de part et d'autres des nervures. Les prismes nervaires sont plus hauts que larges et à bords très droits chez *Lolium perenne,* donnant par contre coup des vallécules étroites et profondes ; les bandes de sclérenchyme sont fines et n'atteignent pas les nervures ; leur origine est purement épidermique ; 5 nervures latérales sont présentes de chaque côté de la nervure médiane. Chez *Festuca pratensis* l'auteur indique l'existence de 3 faisceaux conducteurs à l'intérieur du prisme nervaire médian très peu marqué, le faisceau central étant relié aux deux épidermes par les bandes de sclérenchyme qui sont donc d'origine épi- et endodermique, comme celles de l'épiderme inférieur des nervures secondaires (l'auteur distingue aussi des nervures tertiaires qui sont intercalées entre les nervures secondaires, chez les trois types). Chez *Festuca loliacea,* les prismes nervaires ont des formes irrégulières mais sont en majorité de type *Lolium,* c'est-à-dire qu'ils encadrent des vallécules étroites et profondes ; un seul faisceau conducteur dans le prisme nervaire médian et ce faisceau primaire est rattaché à l'épiderme inférieur par un faisceau de fibres qui, comme chez *Festuca,* ne donne pas à la feuille la carène typique du *Lolium.* Les faisceaux conducteurs secondaires possèdent aussi un support sclérifié et l'auteur y dénombre 8 + 9 nervures latérales. L'allure générale de la coupe de feuille de type *Lolium* et la sclérification proche de celle de *Festuca pratensis* dont il ne présente pas la nervure médiane trifasciée semblent des caractères suffisants pour déterminer à coup sûr *Festucea loliacea* sur la seule base de l'anatomie des feuilles.

3° CARYOLOGIE

Trois auteurs ont abordé de façon précise le problème de la détermination morphologique des chromosomes de *Lolium perenne* et de *Festuca pratensis* par l'intermédiaire de la technique des coupes à la paraffine.

Favorskii (1927) après fixations avec le fixateur de Navashin et coloration à l'hématoxyline donne pour *Lolium perenne* la formule suivante : les 3 premières paires sont caractérisées par l'existence d'une constriction nette et l'on a, par ordre de taille décroissante : 2 + 1 + 2 + 1 + 1 paires. L'auteur effectuant ses mensurations sur des agrandissements ne transforme pas ses chiffres et ne donne pas l'échelle de ses figures : il n'est donc pas possible d'obtenir les dimensions réelles des chromosomes. En ce qui concerne les rapports de dimensions des chromosomes, nous avons seulement pu établir que la plus petite paire indiquée mesure environ les 4/7 des 2 plus grandes.

Rancken (1934) fixe ses pointes de racines au fixateur de Flemming ou à celui de Benda, colore les chromosomes au violet de gentiane et distingue les sept paires de la façon suivante, chez *Festuca pratensis* :

paire	A :	3 constrictions dont une médiane	6,5 µ
—	B :	2 constrictions submédianes	
—	C :	2 constrictions donnant un segment médian court et un long corps terminal	5,5 µ
—	D :	2 constrictions submédianes	4 à 5 µ
—	E :	1 constriction submédiane	
—	F :	3 constrictions. Chromosomes souvent fortement tordus	
—	G :	1 ou 2 constrictions	

Peto (1933) effectue les fixations par la solution de Karpechenko et le fixateur 2 BE de La Cour, le premier mode étant accompagné de la coloration par l'hématoxyline et le deuxième est employé indifféremment avec hématoxyline ou violet de gentiane. Ses observations étant consignées de manière très concise, il nous semble préférable de donner directement la traduction du texte original. « Les mensurations effectuées sur la longueur des chromosomes de *Lolium perenne* présentent une variation de 3,4 à 5,1 µ, tandis que chez *Festuca pratensis* cette variation est comprise entre 3,8 et 6,6 µ. Une différence aussi faible n'est pas significative puisque nous pouvons attendre une variation de cette amplitude dans différentes cellules de la même pointe de racine..... Des constrictions sont nettement visibles dans la plupart des chromosomes. La constriction primaire est généralement localisée au point de flexion et l'on voit fréquemment, à une courte distance sur l'un des bras, une très large constriction secondaire dans quelques-uns des chromosomes. Cet intervalle dans la chromatine a fréquemment plus de 0,5 µ et ... (il peut) dépasser 1 µ. La fréquence de ces intervalles varie chez *L. perenne* et *F. pratensis* de 2 à 7 par noyau, quoique avec une bonne fixation une constriction soit généralement visible dans tous les chromosomes ». Nous pensons qu'il s'agit ici de l'ensemble des constrictions : primaires et secondaires, nous basant en particulier sur les dessins de l'auteur.

Essad (1954) a employé chez *Lolium perenne* les techniques d'écrasement déjà connues qui permettent, par l'action d'un agent mitoclasique, la contraction des chromosomes, mettant ainsi en valeur les caractéristiques morphologiques de ceux-ci et a ainsi pu établir le caryotype de l'espèce. Il distingue les 7 paires de chromosomes dont 3 présentent une double constriction et sont repérables par leur longueur, de même que les 4 autres dont 2 présentent une constriction sub-médiane et 2 une constriction sub-terminale. Les dimensions exactes des chromosomes n'ont pas été étudiées,

cependant il est possible de déterminer les longueurs d'après l'échelle des dessins : le plus grand chromosome mesure 5 μ et le plus petit 3 μ y compris le centromère.

La récapitulation des résultats obtenus par les différents auteurs permet d'exprimer certaines correspondances : en ce qui concerne les dimensions, les valeurs données s'accordent assez exactement et donnent pour *Lolium perenne* des valeurs comprises entre 3 et 5,1 μ (PETO, ESSAD) et entre 3,8 et 6,6 μ pour *Festuca pratensis* (PETO, RANCKEN). Pour *Lolium perenne*, les rapports donnés entre le plus petit et le plus grand chromosome correspondent aussi approximativement à ceux que nous avons relevés dans le travail de FAVORSKII. En ce qui concerne la morphologie proprement dite, il est difficile d'établir un parallèle entre les résultats obtenus sur coupes et ceux qu'il est possible d'obtenir par la méthode d'écrasement, celle-ci étant beaucoup mieux adaptée à ce genre d'observations. Étant donné les résultats qui seront présentés dans le cours de la présente publication, résultats qui précisent ceux que nous avons obtenus en 1954, nous noterons seulement que des constrictions nettes ont été décelées sur 3 paires de chromosomes par FAVORSKII, ces constrictions correspondant vraisemblablement aux constrictions secondaires des 3 paires signalées par ESSAD chez *Lolium perenne*. Il est remarquable que les dimensions obtenues sur coupes soient comparables à celles obtenues sur écrasements après action d'un agent mitoclasique (ici l'α -monochloronaphtalène) qui provoque une contraction des bras de chromosomes.

B. — Descriptions de morphologie externe et mensurations

Les caractères morphologiques des Graminées sont en majorité extrêmement variables tant sous l'influence du milieu que sous des influences génétiques individuelles et ce, à l'intérieur d'une même espèce. Certains sont relativement constants parmi lesquels les plus importants du point de vue taxonomique sont : la durée de vie (plantes annuelles ou vivaces), le type d'inflorescence et la constitution de ces inflorescences, le mode d'insertion des épillets, la forme des épillets liée à la forme et au mode d'insertion des fleurs, la forme des glumes et des glumelles, la présence-absence et le mode d'insertion des arêtes de glumelle inférieure, etc. Mais la valeur taxinomique de ces caractères n'est pas constante et varie d'une tribu à une autre, d'un genre à un autre, d'où la difficulté de classer les différentes formes de cette famille D'autres caractères, bien que représentant un appoint d'information non négligeable pour la détermination d'une plante, sont liés à des rapports dimensionnels et leur description purement botanique n'est qu'un à-peu-près, valable seulement pour des cas extrêmes : il s'agit de formes de feuilles, d'allure de plantes, de densités d'insertions diverses, etc. Ces caractères sont soumis à une variation importante qu'il serait intéressant de contrôler afin de déterminer leur limites et *ipso facto* leur valeur systématique. Il n'est pas exclu de voir apparaître là des relations systématiques valables. Une telle mise en valeur exige des méthodes particulières, précises, du domaine de la statistique, qui doivent couvrir pour être généralisables, un échantillonnage important du matériel végétal étudié. Cet échantillonnage doit être constitué dans des conditions permettant un contrôle suffisant de la variabilité génétique et des influences du milieu.

D'autre part, l'analyse des possibilités agronomiques offertes par les hybridations *Lolium perenne* × *Festuca pratensis* comprend nécessairement la mise en évidence de caractères spécifiques précis. Ceci permet en effet d'étudier leurs modalités

génétiques de transmission et d'en tirer une méthode de sélection qui puisse éventuellement s'appuyer sur l'existence de certaines corrélations.

Nous avons donc tout d'abord essayé de dégager les caractéristiques spécifiques les plus apparentes dans le cadre relativement restreint de notre matériel. Cette étude portant sur la morphologie, l'histologie, et la caryologie des plantes a été réalisée par une comparaison constante à tous les niveaux, des hybrides F_1 que nous avons pu obtenir et des espèces parentes. L'obtention de résultats définitifs en ce domaine représente un travail considérable en raison de la variabilité écotypique de ces deux espèces dont l'aire d'extension est extrêmement vaste. Aussi nos résultats ne peuvent-ils être encore considérés que comme un dégrossissage permettant de mettre en évidence certains caractères dont la valeur spécifique pourra être précisée sur un échantillonnage plus important.

1° Descriptions (voir tableau 4 et figure 2)

Si la description de *Festuca pratensis* R 13 correspond à celle de M 115 sauf en ce qui concerne la base de la face inférieure des feuilles culmaires qui est lisse, la comparaison de L 29 et de LF 15 avec leurs homologues fait apparaître un certain nombre de différences :

Chez *Lolium perenne* ces différences se ramènent essentiellement à trois : *port* dressé chez S 42 et étalé chez S 52, qui présentent tous deux des *jeunes feuilles* pliées. La feuille culmaire de S 52 présente une *face inférieure* lisse à l'extrémité alors que cette même partie est très râpeuse chez S 42.

TABLEAU 4

Description de Lolium perenne *L 29, de* Festuca pratensis *M 115 et de leur hybride F_1 LF 15*

Lolium perenne L 29	LF 15	*Festuca pratensis* M 115
Souche cespiteuse vivace ; port dressé à demi-dressé ; tiges lisses de section ovoïde.	*Souche* cespiteuse vivace ; port étalé à demi-étalé, demi-dressé à la floraison. Tiges lisses de section ovoïde.	*Souche* cespiteuse, vivace ; port dressé à demi-dressé ; tiges lisses de section ovoïde.
Feuilles vertes ± repliées, linéaires, acuminées, glabres ; jeunes feuilles enroulées ; gaine glabre ; ligule courte, tronquée ; oreillettes fines. Face inférieure très luisante, carénée, lisse à la base, râpeuse au sommet. Face supérieure à nervure médiane très marquée. Bords denticulés lâchement vers l'extrémité.	*Feuilles* vertes, planes, glabres ; jeunes feuilles enroulées ; gaine glabre ; ligule courte, tronquée ; oreillettes très développées. Face inférieure non luisante, peu carénée, lisse à la base, très râpeuse à l'extrémité. Face supérieure à nervure médiane non marquée. Bords entièrement denticulés, à denticulation peu dense.	*Feuilles* vertes, planes, glabres jeunes feuilles enroulées ; gaine glabre ; ligule courte, tronquée ; oreillettes très développées. Face inférieure non luisante, peu carénée râpeuse à la base, très râpeuse au sommet. Face supérieure à nervure médiane non marquée. Bords entièrement denticulés, à denticulation très dense.
Inflorescence : Épi composé d'épillets sessiles, solitaires dans des excavations du rachis et opposés à lui, distiques, comprimés latéralement, denses, contenant 9 à 11 fleurs mutiques dont la supérieure stérile	*Inflorescence* : Épi composé, ramifié dans sa moitié inférieure, à épillets subcylindriques peu denses. toujours sessiles 6-12 flores.	*Inflorescence* : Panicule contractée étroite, lâche pendant l'anthèse, à épillets sub-cylindriques lâches tous ± pédicellés (ε à 10 mm), 7-10 flores.

Lolium perenne L 29	LF 15	*Festuca pratensis* M 115
Rachis terminé par un seul épillet à deux glumes subégales et 5-6 flores. Premiers articles à section sensiblement plan-convexe non épineux. Derniers articles à section trapèze biconcave très épineux aux quatre angles.	*Rachis* à excavations distiques où sont insérés soit un épillet solitaire opposé au rachis, soit un épil let juxtaposé à une ramification, sans orientation privilégiée par rapport à celle-ci et au rachis, terminé parfois par deux épillets inégaux : l'un 7-8 flores, l'autre 4-5 flores. Premiers articles à section concave-convexe, non épineux. Derniers articles à section trapèze biconcave, très épineux aux quatre angles. Les ramifications, de section aplatie, portent jusqu'à 5 épillets distiques opposés à la ramification. Pas de ramifications secondaires.	*Rachis* de section triangulaire au sommet, très épineux aux trois angles ; base à section plan-convexe, peu ou pas épineuse. Les insertions sont localisées aux nœuds du rachis, dans des excavations situées sur les deux côtés d'un prisme à base triangulaire représentant le rachis. Ces insertions, de section triangulaire sont doubles dans la moitié centrale du rachis (1 ramification primaire + 1 épillet, ou 2 épillets dont un à pédicelle très court), simples ailleurs : épillets solitaires au sommet (5 ou 6), ramifications à la base. Au sommet du rachis 1 seul épillet 6-7 flores. Les ramifications sont plus grandes à la base de l'inflorescence où elles comportent fréquemment 1-2 ramifications secondaires de 3 épillets au maximum et présentent jusqu'à 8 insertions. Pédicelles à section triangulaire, épineux sur les angles.
Glumes unique 3-nervée correspondant à la supérieure, à marge membraneuse étroite et dos arrondi, non épineux, recouvrant 2e et 3e fleurs.	*Glumes* généralement 2, inégales, l'inférieure 0-1 nervée, 1-3 mm, pouvant manquer dans certains épillets ; la supérieure 5-nervée recouvrant la 1re fleur, à marge membraneuse surtout marquée au sommet.	*Glumes* 2, inégales, la supérieure 3-nervée, plus développée que l'inférieure (uninervée, 3 à 3,5 mm) et présentant une large marge membraneuse. Dos arrondi non épineux. Atteint 1/2 à 2/3 de la 1re fleur.
Glumelle 2, subégales, l'inférieure + grande, 5-nervée, mutique, à zone membraneuse très développée au sommet et pénétrant entre les nervures ; la supérieure bicarénée, membraneuse, à marges finement ciliées.	*Glumelles* 2, subégales, l'inférieure plus grande, mutique, à bordure largement membraneuse, bicarénée à marges finement ciliées.	*Glumelles* 2, subégales, l'inférieure largement membraneuse, à nervure médiane épineuse à l'extrémité, ne dépassant souvent pas le sommet membraneux ; la supérieure membraneuse, bicarénée, à marges finement ciliées.
Baguettes trapues, + larges au sommet qu'à la base, à bords rectilignes, faiblement épineuses latéralement et sur une ligne dorso-médiane ; section très plate.	*Baguettes* de forme et de dimensions intermédiaires par rapport aux parents et portant quelques épines latéralement et sur le dos.	*Baguettes* étroites, arrondies, à bords parallèles s'écartant légèrement au sommet, faiblement épineuses latéralement, non sur le dos.
Étamines anthocyanées à la déhiscence.	*Étamines* jaune citron indéhiscentes.	*Étamines* légèrement anthocyanées à la déhiscence.

Les variations sont plus importantes dans le groupe des hybrides F_1. LF 17 et LF 19 présentent comme LF 15, des oreillettes ainsi que des *jeunes feuilles* enroulées tandis que celles-ci sont pliées chez LF 16. Les *épillets*, sessiles chez LF 15 sont faiblement



FIG. 2. — *A gauche, panicule de* Festuca pratensis *M* 115 ;
à droite, épi de Lolium perenne *S* 42 ; *au centre, épis ramifiés des hybrides* F_1 *LF* 17 *et LF* 18

pédonculés ou même parfois sessiles chez LF 16 et LF 19 tandis que LF 17 présente une pédonculation des épillets très nette, ces pédoncules atteignant 0,5 à 3 mm. LF 16 présente des *glumelles* inférieures soit aristées, à arêtes très courtes et denticulées du même type que *Festuca pratensis,* soit mutiques, ces variations étant observables sur le même épi. LF 19 est régulièrement aristé mais plus faiblement que LF 17. Le nombre de *ramifications de l'épi* permet aussi de distinguer les hybrides : LF 17 est peu ramifié (3 ramifications), LF 15 et LF 16 moyennement ramifiés (5 ramifications) tandis que LF 19 présente jusqu'à 10 ramifications

La coordination de ces divers résultats permet d'établir une sorte de hiérarchie entre les caractères considérés. Tout d'abord un certain nombre de ces caractères présentent des variations à l'intérieur des espèces parentes. Ce sont :

1 — jeunes feuilles pliées-enroulées ;
2 — oreillettes présentes-absentes ;
3 — base de la face inférieure des feuilles culmaires lisses-râpeuses ;
4 — glumelle inférieure mutique-aristée.

Un deuxième groupe concerne des caractères distinctifs valables pour distinguer les espèces parentes mais variables chez les hybrides :

5 — inflorescence { (en grappe (épillets pédonculés) ; / en épi simple-ramifié.
6 — épillets sessiles-pédonculés.

Les épillets sessiles de LF 15 font tomber l'importance attribuée jusqu'ici à la pédonculation des épillets des hybrides *Lolium perenne* × *Festuca pratensis*, qui par ailleurs présentent fréquemment des épis non ramifiés. Le troisième groupe de caractères enferme tous ceux qui sont constants, à la fluctuation près, tant chez les parents que chez les hybrides :

7 — feuilles carénées — peu carénées — non carénées ;
8 — épillets comprimés — peu comprimés — arrondis ;
9 — épillets denses — peu denses — lâches ;
10 — rachis de section quadrangulaire — triangulaire ;
11 — glumes inférieures absentes — généralement présentes — présentes ;
12 — glume supérieure > 2e fleur, = 1re fleur, < 1re fleur ;
13 — baguettes, larges et plates — intermédiaire — étroites, sub-cylindriques ;
14 — étamines déhiscentes — indéhiscentes.

Il ressort de l'examen de ce dernier groupe de caractères que la moitié, nommément les caractères 7, 8, 9 et 13 ne sont pas précis en ce qui concerne la distinction de l'hybride, mais, outre le fait que leur accumulation confirme une détermination préalable, certains peuvent être précisés par l'analyse de leurs composantes. Le caractère 7 est en rapport avec l'anatomie des feuilles et sera étudié plus loin par les techniques propres à cette discipline. En ce qui concerne le caractère 9, la densité des épillets est exclusivement déterminée par la longueur des baguettes de fleurs : plus celles-ci sont longues, plus l'épillet devient lâche et l'analyse des longueurs de baguettes vient

alors s'ajouter à leur forme (13), réalisant ainsi un « caractère baguette » extrêmement valable tant pour la distinction des parents que pour celle des hybrides (voir figure 3). Le caractère 11, bien qu'apparemment peu précis, permet en fait, comme le caractère 12, une excellente discrimination de l'hybride et des parents parce que les glumes inférieures ont un aspect nettement avorté lorsqu'elles existent chez *Lolium perenne* alors que chez l'hybride elles sont régulièrement présentes dans toutes les inflorescences de la plante, généralement bien formées et situées à la base d'un épillet sessile ou dont le pédoncule est de section aplatie ce qui le différencie nettement du parent *Festuca pratensis*. Les étamines indéhiscentes de l'hybride ne peuvent être considérées que comme un caractère d'appoint étant donné l'existence accidentelle d'un tel caractère chez les espèces parentes.

On doit toutefois tenir compte des caractères 5 et 6 qui bien qu'ils soient insuffisants en eux-mêmes, conservent une réelle valeur d'appoint.

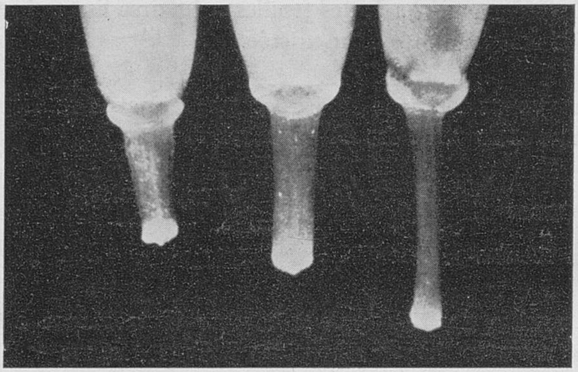


FIG. 3. — *Baguettes de* Lolium perenne, *hybride* F_1 et Festuca pratensis *(de gauche à droite). Amplification* 16 ×

2° ANALYSE DE DIVERS CARACTÈRES QUANTITATIFS

Le but de ces analyses est d'obtenir des caractères quantitatifs aisément mesurables, susceptibles de distinguer les hybrides des parents, soit par leur valeur propre, soit par l'intermédiaire de rapports simples entre eux.

Les mensurations ont porté sur 9 caractères que l'on retrouvera dans le tableau 5. Leur analyse a été réalisée en deux temps : d'une part sur les mensurations d'une seule année portant sur un nombre relativement élevé d'individus des espèces parentes et comprenant les parents eux-mêmes et leur descendance en fécondation libre et autofécondation, soit 20 *Lolium*, 21 *Festuca* et 4 hybrides F_1, sauf en ce qui concerne le caractère longueur de baguettes qui n'a été relevé que sur les parents directs, soit 4 *Lolium*, 3 Fétuques et 4 hybrides. Le deuxième temps de l'analyse fait intervenir le facteur « Milieu » pris sous l'acception particulière de l'effet « Années ». Les observations ont été réalisées ici pendant 3 ans sur un échantillonnage restreint aux souches L 29 et S 52 pour l'espèce *Lolium perenne*, M 115 et R 13 pour l'espèce complémentaire *Festuca pratensis* en plus des hybrides F_1, LF 15 et LF 16.

L'analyse des valeurs relevées pour la seule année 1954 permet de faire ressortir l'aptitude discriminatoire des différents caractères d'après les valeurs de

TABLEAU 5

Analyse statistique de 9 caractères quantitatifs relevés la même année dans les espèces parentes et leurs hybrides F_1

Caractères	Moyennes 1954			Valeurs de F	
	Lolium perenne	Hybrides F_1	*Festuca pratensis*	Espèces-Plantes	Plantes-Mesures
1. Nombre de fleurs par glume	4,20 ± 1,35	1	< 0,75	—	18,5 (*Lolium*)
2. Longueur de glumes	11,52 ± 1,53	7,69 ± 1,28	4,98 ± 0,48	189,2	18,3
3. Longueur de gaines	138,69 ± 15,83	160,44 ± 49,39	215,64 ± 20,32	78,8	8,5
4. Nombre de nœuds du rachis	21,62 ± 3,31	18,62 ± 3,50	15,75 ± 1,51	35,0	7,1
5. Nombre de fleurs par épillet	12,74 ± 1,84	11,06 ± 3,55	8,44 ± 1,63	29,2	13,4
6. Largeur de feuilles	6,27 ± 0,83	6,53 ± 1,59	8,37 ± 1,33	25,0	6,6
7. Longueur du rachis	233,65 ± 33,77	218,56 ± 67,48	195,43 ± 24,00	7,8	11,7
8. Longueur de feuilles	147,91 ± 26,82	136,75 ± 44,02	146,11 ± 33,94	3,6	7,3
9. Longueur de baguettes	1,00 ± 0,21	1,34 ± 0,13	1,64 ± 0,28	7,5	7,3

Nota : Valeurs de F 1° s^2 Espèces > s^2 Plantes sauf pour caractère 8
$F_{0,05}$ = 3,22 sauf pour caractère 9 (4,46)
2° s^2 Plantes > s^2 mesures
$F_{0,05}$ = 1,20 sauf pour caractères 9 (2,27) et 1 (1,80)

TABLEAU 6

Analyse statistique de l'effet "Années" portant sur 6 caractères simples et deux rapports relevés au cours de 3 années successives

Origine	$F_{0,05}$	Valeurs de F (rapport des variances)							
		L. gaines / L. glumes	l. feuilles / L. glumes	L. glumes	L. Gaines	Nb. nœuds du rachis	l. Feuilles	N. fleurs par épill.	L. Rachis
A × E/erreur....	*2,53*	*1,96,*	*2,03*	3,49	4,50	*1,41*	*1,10*	2,76	7,3
Années/erreur ...	*3,15*	5,06	5,2	13,9	8,0	10,15	14,4	29,8	19,5
Espèces/erreur ..	*3,15*	*305*	*258*	314	136	*51*	*40*	38	31
Années/A × E...	*6,94*	2,5	2,5	4,0	1,8	7,2	13,1	10,8	2,6
Espèces/A × E..	*6,94*	155	127	*90*	*30*	36	36	*14*	4,2
Moyennes *Lolium perenne*		15,161	0,597	9,20	138,71	22,08	5,50	9,46	229,92
Hybrides F_1		21,119	0,862	7,45	153,83	17,29	6,42	11,54	193,46
F. pratensis		43,757	1,670	4,68	203,92	14,92	7,84	8,29	184,37
Écart-type global individuel		4,48	0,18	0,74	15,75	2,83	1,08	1,79	26,61

F « Espèces – Plantes » obtenues en établissant les rapports de variance de ces deux causes de variation (voir tableau 5). Les rapports de variances « Plantes-Mesures » sont donnés à titre indicatif. Pour les deux premiers caractères, toutes les différences entre moyennes sont significatives au seuil 0,05. Les caractères 3 à 6 ne présentent d'écart significatifs qu'entre les extrêmes, c'est-à-dire les parents. Par contre, les caractères 7, 8 et 9 ne distinguent aucunement les trois groupes d'individus. Hormis le nombre de fleurs de l'épillet dépassées par la glume supérieure dont la variation, telle que nous l'avons observée, ne porte que sur l'espèce *Lolium,* tous les autres caractères sont sujets à des fluctuations importantes sous l'effet du milieu, fluctuations susceptibles de réduire considérablement l'intérêt distinctif des caractères quantitatifs. Cependant, dans la mesure où l'influence du milieu se fait sentir parallèlement sur certaines dimensions, leurs rapports sont nécessairement plus stables. De tels rapports pourront être constitués *a priori* en se basant sur les résultats exprimés dans le tableau 5, par le choix de caractères présentant déjà isolément la meilleure aptitude distinctive (caractères 2 à 6) et qui, par rapport au meilleur d'entre eux, varient inversement dans les trois catégories de plantes, ceci afin d'augmenter la caractérisation de chacune d'entre elles.. Le meilleur caractère simple étant incontestablement la longueur des glumes supérieures, nous sommes ainsi conduit à le coupler aux caractères longueur de gaine de la dernière feuille culmaire et largeur maximum du limbe de cette même feuille.

L'effet Années a donc été analysé sur les caractères 2 à 6 auxquels nous avons ajouté le caractère 7 à titre documentaire et sur les rapports longueur de gaines sur longueur de glumes et largeur de feuilles sur longueur de glumes (tableau 6).

Par rapport à la variation aléatoire (erreur au sens statistique du terme) tous les caractères présentent un effet Années hautement significatif, cet effet étant toutefois nettement plus faible pour les deux rapports étudiés (noter qu'au point 0,01 la valeur de F correspondante est de 4,98). Les interactions Années $\times$ Espèces ne sont pas significatives pour les rapports ni pour les caractères largeur de feuilles et nombre de nœuds du rachis : les comparaisons restent donc entièrement valables par rapport à l'erreur. Les autres caractères seront préférablement comparés à l'interaction A $\times$ E, ce qui donne un effet Années significativement supérieur pour le seul caractère Nombre de fleurs par épillet, et l'effet Espèce disparaît pour le caractère Longueur du rachis où les effets Années, Espèces et leur interaction se confondent.

En ce qui concerne la valeur descriptive de ces caractères, il ressort de façon remarquable que les deux rapports établis sont les plus favorables, mais les caractères simples utilisés dans ces rapports et le nombre de nœuds du rachis conservent une valeur d'appoint non négligeable.

C. — Anatomie des feuilles

1° Structure fondamentale du limbe en coupes transversales

Le limbe est délimité par deux *épidermes* : l'épiderme *inférieur* sensiblement plan et l'épiderme *supérieur* qui forme une succession d'arcades accolées, au point de jonction desquelles se situent les *cellules bulliformes.* Chacune de ces arcades

renferme, noyé dans un *parenchyme chlorophyllien* où la différenciation du *tissu palissadique* n'est pas toujours très nette, un faisceau *cribro-vasculaire* délimité par la *gaine scléreuse* soutenant la *gaine verte* en forme de fer-à-cheval qui serait, selon

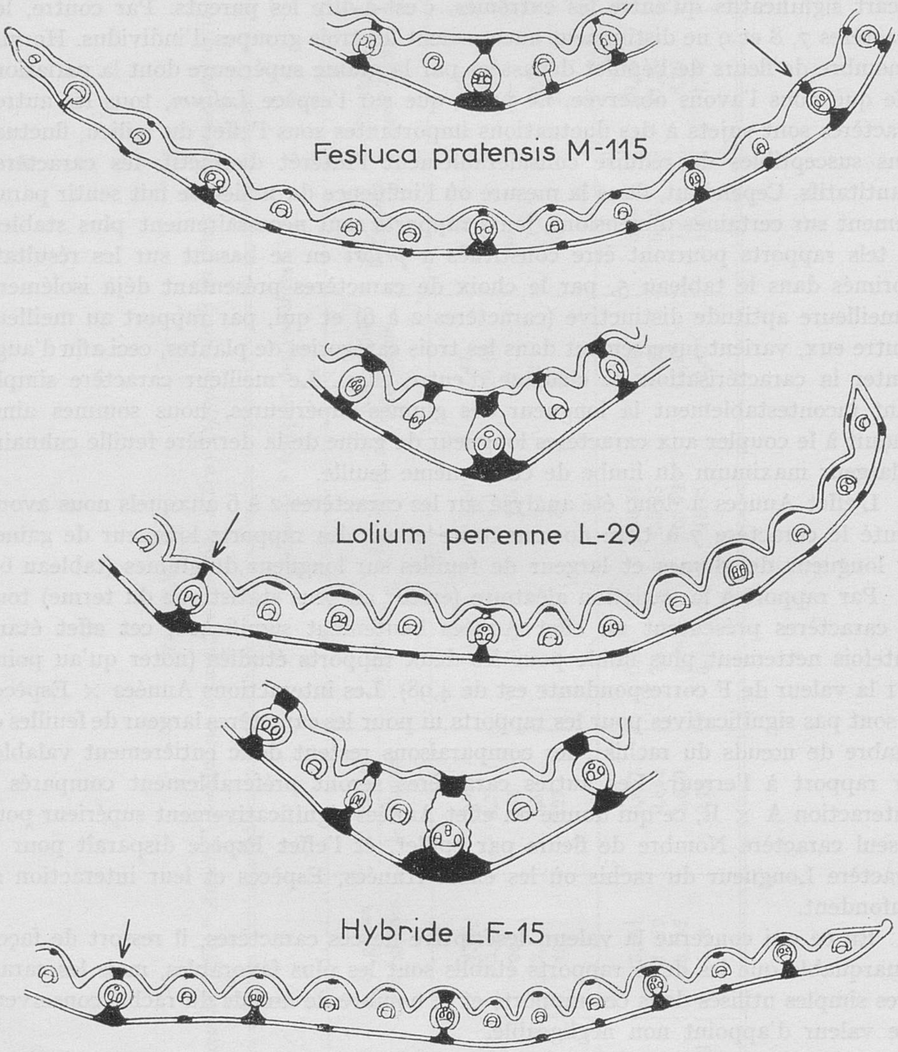


FIG. 4. — *Schémas de feuilles culmaires en coupe transversale. Au-dessus des titres, la nervure médiane prise au niveau base ; au-dessous des titres, schémas de demi-feuilles prises au niveau* 1/4 (*Les flèches indiquent la nervure médiane*).

PEE-LABY (1898), essentiellement en rapport avec les mouvements de l'eau dans la feuille. Dans l'axe de chaque arcade peuvent apparaître, au niveau des épidermes, des îlots de *sclérenchyme* correspondant à des bandes de fibres sclérifiées qui forment, avec les faisceaux *cribro-vasculaires*, l'ossature de la feuille. La rigidité longitudinale des feuilles est par ailleurs favorisée par les vallécules de l'épiderme supérieur.

L'importance du développement relatif de ces îlots de sclérenchyme est lié à celui des faisceaux cribro-vasculaires correspondants et dépend de l'ordre de formation des *nervures*, ainsi définies, dans le cours de la différenciation de la feuille, ainsi que l'ont montré SHARMAN (1942) et SOPER (1956). La nervure médiane, nervure initiale, possède toujours les structures les plus différenciées et l'on peut considérer dans chaque moitié de limbe, une ou deux nervures secondaires, des nervures tertiaires et d'ordre quatre (figure 4).

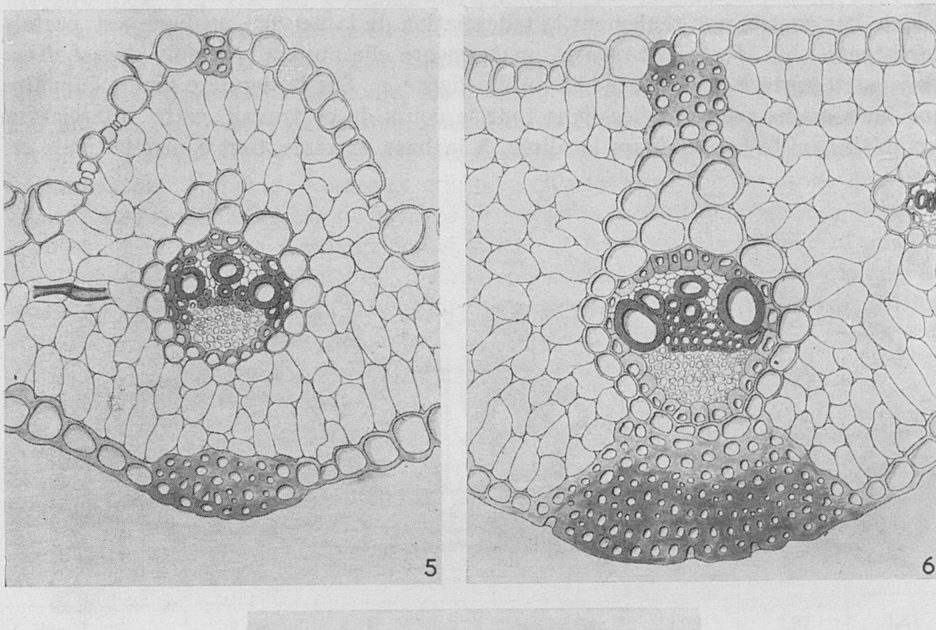


FIG. 5–6–7. — *Dessin de nervures primaires de* Lolium perenne (5), Festuca pratensis (6) *et l'hybride* F_1 (7)

2° Les structures spécifiques

Dans ce domaine de l'anatomie foliaire, nous avons vu que Knoll distingue *Lolium perenne* de *Festuca pratensis* par l'allure générale des coupes, l'existence d'une trifasciation de la nervure médiane de la Fétuque et, nous le précisons ici, la forme des îlots de sclérenchyme de l'épiderme supérieur qui sont aplatis chez *Lolium perenne*, arrondis chez *Festuca pratensis*. Précisons tout de suite que nous avons vérifié ce dernier caractère qui se révèle constant (et intermédiaire chez l'hybride). Par contre, non seulement la trifasciation de la nervure médiane est parfois inexistante chez *Festuca pratensis*, mais encore elle apparaît parfois chez *Lolium perenne* et existe *a fortiori* chez l'hybride (figure 4). Sur la dernière feuille culmaire que nous avons seule étudiée dans tout le cours de ce travail, cette trifasciation lorsqu'elle existe est toujours localisée, à la base extrême, tout contre la ligule et,

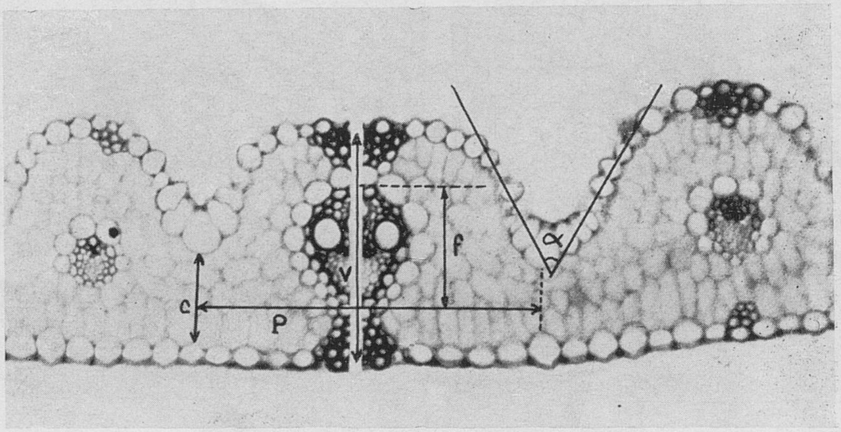


Fig. 8. — *Indication des mesures effectuées sur coupes de feuilles. Amplification 155 ×*

chez *Festuca pratensis*, se rencontre aussi jusqu'au quart de la longueur du limbe. Par conséquent il n'est pas possible de tenir un tel caractère pour parfaitement caractéristique.

L'allure générale des coupes, telle que la présente Knoll, concerne la forme des prismes nervaires, hauts chez *Lolium perenne* et séparés par des vallécules étroites, au contraire de *Festuca pratensis* ; elle concerne aussi l'existence d'une carène médiane chez *Lolium perenne*, ainsi que pour cette même espèce, la non-conjonction des fibres sclérifiées et des faisceaux cribro-vasculaires. En fait, si la feuille étudiée par cet auteur pour chaque espèce correspond à peu près au type commun, les variations structurales existantes lui ont entièrement échappé et il se révèle que *Lolium perenne* présente lui aussi des bandes de sclérenchyme reliant directement les faisceaux cribro-vasculaires aux deux épidermes, aussi bien au niveau de nervures secondaires que de nervures médianes (figures 4 à 7). Ce caractère n'est cependant pas général chez *Lolium perenne* alors qu'il est de règle chez *Festuca pratensis* et l'hybride F_1.

Nous avons tenté de préciser cette allure générale des coupes transversales du limbe par la décomposition des formes nervaires en leurs éléments dimensionnels principaux (figure 8) afin de mettre en évidence les différences spécifiques. Nous

avons à cet effet assimilé le limbe à une succession de voûtes soutenues par des colonnes fictives et nous avons appelé *Hauteur de voûte* et *Hauteur de colonne* les distances maximum et minimum respectivement séparant les deux épidermes, tandis que nous réservions le nom de *Portée* à la largeur de la nervure mesurée entre les deux vallécules qui la délimitent. Nous avons par ailleurs appelé α l'angle formé par les côtés de chaque vallécule. Nous reviendrons tout particulièrement sur ce dernier caractère ; pour les trois autres, nous avons effectué des mensurations aux niveaux Base, 1/4, 1/2, sur 3 feuilles par plante chez 6 *Lolium perenne* (L 29, S 42, S 52, et 3 de leurs descendants en fécondation libre), 5 hybrides F_1 et les Fétuques M 115 et R 13. Il en résulte que les hauteurs de voûte et de colonne diminuent lentement vers l'extrémité de la feuille, les maxima se situant dans le quart inférieur. Par contre, les portées demeurent sensiblement constantes sur toute la longueur de limbe, les variations de largeur des feuilles correspondant uniquement à des variations du nombre de faisceaux cribro-vasculaires. Les comparaisons que nous avons faites entre la largeur de feuille à un niveau donné et le nombre de nervures correspondant ont régulièrement donné environ 4 nervures par millimètre soit une portée moyenne de 0,25 mm. Les valeurs données dans le tableau 7 ont été relevées exclusivement au niveau 1/4. Les dimensions concernant les hauteurs de colonne et les portées des nervures médianes (C_I et P_I) n'ont pas été reportées en raison de

TABLEAU 7

Résultats de l'analyse de différents caractères mesurés sur coupes transversales de feuilles culmaires. (I et II représentent les nervures primaires et secondaires)

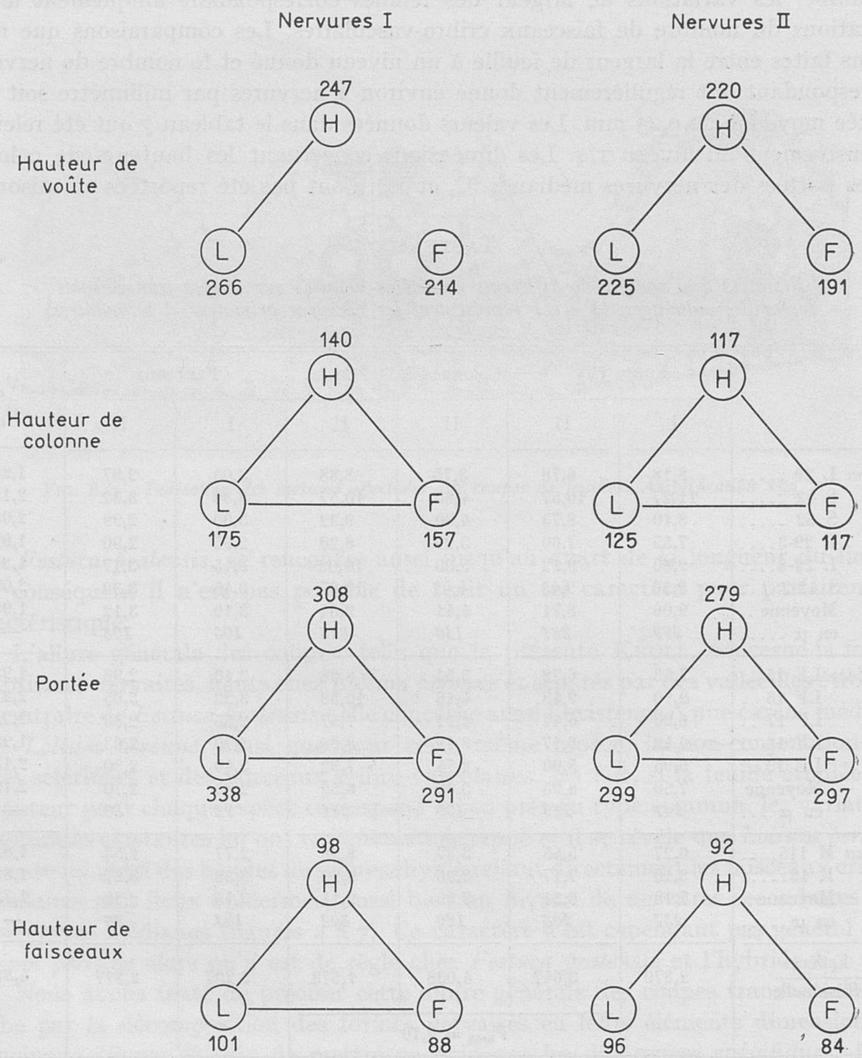
	Voûte (V)		Colonne (C)	Portée	Faisceaux		$\frac{V_{II}}{C_{II}}$
	I	II	II	II	I	II	
Lolium L 29	8,18	6,78	3,75	8,88	3,03	2,97	1,81
S 42	11,27	10,57	4,85	10,57	3,30	3,32	2,18
S 52	8,10	8,73	4,30	9,32	3,00	2,99	2,03
L 29-3....	7,55	7,60	3,97	8,20	2,95	2,90	1,91
L 29-8....	9,80	9,12	5,00	10,02	3,45	3,17	1,82
S 42-2....	9,50	9,45	4,62	10,87	3,45	3,39	2,05
Moyenne ..	9,06	8,71	4,41	9,64	3,19	3,12	1,96
en µ	*299*	*287*	*146*	*318*	*105*	*103*	—
Hybrides LF 15 ..	7,43	6,78	3,51	8,28	3,10	2,98	1,93
LF 16 ..	9,90	9,43	4,16	10,58	3,23	3,05	2,27
LF 17 ..	6,80	6,47	2,91	7,57	2,55	2,53	2,22
LF 18 ..	6,43	6,17	3,19	8,88	2,70	2,63	1,94
LF 19 ..	6,95	5,90	2,74	7,32	2,40	2,30	2,15
Moyenne	7,50	6,95	3,30	8,52	2,80	2,70	2,10
en µ ...	*247*	*229*	*109*	*281*	*92*	*89*	—
Festuca M 115....	6,27	5,45	3,37	8,38	2,77	2,53	1,62
R 13.....	8,10	7,17	3,96	9,90	3,53	3,27	1,81
Moyenne	7,18	6,31	3,65	9,14	3,15	2,90	1,73
en µ	*237*	*208*	*120*	*302*	*104*	*96*	—
F $\frac{s^2 \text{ Espèces}}{s^2 \text{ Résiduelle}}$	2,370	3,647	4,038	1,578	3,297	2,817	4,817
		$F_{0,05} = 4,10$					

l'apparition occasionnelle ou régulière suivant les groupes, de nervures trifasciées qui posent des problèmes de comparaison. Les valeurs originales sont données ici, la transformation en microns n'a été faite que pour les moyennes générales : l'unité de travail correspond à 0,033 millimètre.

L'analyse de variance effectuée pour chaque caractère ne met en évidence aucune différence significative sauf pour le rapport hauteur de voûte sur hauteur de colonne qui ne distingue absolument pas *Lolium perenne* des hybrides mais auto-

Tableau 8

Signification statistique des différences relevées entre Lolium perenne *L 29 (L),* Festuca pratensis *M115 (F) et leur hybride F_1 LF15 (H), pour différents caractères anatomiques des feuilles culmaires en coupes transversales. Les liaisons indiquent l'absence de différences significatives au seuil de probabilité 0,05.*



rise une distinction significative avec 5 p. 100 d'erreur des hybrides et de *Festuca pratensis*. La différence entre les deux espèces parentes est à la limite de signification (la plus petite différence significative est de 0,299 entre *Lolium* et *Festuca,* de 0,322 entre *Festuca* et l'hybride, différence basée sur la variance résiduelle des mesures). Ceci signifie en clair que, si la hauteur des voûtes n'est pas significativement différente entre espèces dans l'échantillonnage étudié, de même que la hauteur des colonnes, la comparaison des deux caractères accentue des différences cependant réelles puisque les valeurs de F de ces deux caractères élémentaires sont proches de la limite de signification. On peut donc, se basant sur les valeurs moyennes données dans le tableau admettre :

1º Une plus grande épaisseur générale de la feuille de *Lolium perenne.*

2º Une inversion des rapports hauteur de voûte sur hauteur de colonne entre *Festuca pratensis* et l'hybride donnant à celui-ci un rapport identique à celui de *Lolium perenne.*

3º Si l'on admet aussi l'identité des portées dans les 3 groupes, on aboutit à conclure à un affaissement de la courbure de la voûte chez *Festuca pratensis* par rapport à *Lolium perenne,* l'hybride occupant une position intermédiaire. Ce qui correspond très exactement aux observations visuelles, mais qui objective ces impressions.

Nous avons par ailleurs étudié ces caractères simples chez un hybride en comparaison avec ses deux parents directs. Les résultats ont été symbolisés en réunissant par un trait les valeurs ne différant pas significativement l'une de l'autre (tableau 8).

Hauteurs de colonne, portées et hauteur des faisceaux I ne présentent pas de variations entre les plantes. Par contre les hauteurs de voûte et les hauteurs de faisceaux II distinguent significativement les parents. Seules les hauteurs de voûte I différencient l'hybride d'un des parents. Ces résultats, compte tenu de la variation génétique dans les groupes, n'infirment pas les résultats précédents.

3º L'ANGLE α

La situation privilégiée donnée à ce caractère se justifie par l'intérêt qu'il présente pour la distinction des espèces parentes et des hybrides.

a) *Définition de l'angle* α

Nous avons vu que, sur une coupe transversale du limbe de la dernière feuille culmaire de *Lolium* ou de *Festuca,* l'épiderme supérieur dessine une succession de vallécules séparées par des crêtes dont chacune correspond à un faisceau cribro-vasculaire sous-jacent et, généralement, à un contrefort de sclérenchyme s'appuyant ou non sur le faisceau libéro-ligneux.

Pour une vallécule, l'angle α est déterminé par les deux droites traversant en son milieu la file de cellules épidermiques du tiers moyen des côtés de la vallécule. En fait, dans la grande majorité des cas, la pente des vallécules est sensiblement constante sur toute la hauteur, si bien que le tracé de l'angle s'exécute sans aucune difficulté à la chambre claire avec un grossissement optique (projection non comprise) de l'ordre de 188×.

Afin d'accroître au maximum la sensibilité des mesures, il convient de ne les réaliser qu'au niveau des vallécules situées vis-à-vis d'un épiderme inférieur rectiligne ou légèrement incurvé vers le supérieur. A cet égard, une comparaison, établie sur 2 feuilles de *Festuca pratensis* (où les variations constatées sont les plus importantes) coupées à 3 niveaux (Base, 1/4, 1/2) et avec 8 mesures par coupe, a révélé que si les moyennes des mesures relevées ne sont pas sensiblement différentes, les variances par contre diffèrent nettement dans leur ensemble, celles obtenues avec les mesures effectuées au hasard sur les coupes étant fréquemment deux à trois fois plus fortes que celles obtenues sous contrôle.

b) *Facteurs de variation de l'angle* α

L'angle α étant ainsi nettement défini, de même que la feuille sur laquelle seront effectuées les mesures, il convient d'analyser l'action des différents facteurs susceptibles d'influencer l'expression du caractère. Ces facteurs modificateurs possibles sont, outre le milieu dont l'influence sera estimée séparément :

1° La feuille conçue comme une unité de fluctuation dans une même plante.

2° Le niveau de la feuille où seront effectuées les mesures.

3° L'espèce, étant entendu que s'il existe des différences significatives entre espèces, ces différences s'exprimeront entre deux individus quelconques appartenant à chacune de ces espèces, mais que toute différence réelle entre ces individus ne prendra de valeur spécifique que si elle est généralisable à l'ensemble des individus composant les deux espèces. Pratiquement il suffira de réunir un échantillonnage d'individus appartenant dans chaque espèce à des populations éloignées. Dans le cas le plus favorable on observera une homogénéité totale de tous les échantillons d'une même espèce.

Nous avons réalisé une étude préliminaire de ce caractère sur un hybride entièrement contrôlé, LF 15, et ses deux parents *Lolium perenne* L 29 et *Festuca pratensis* M 115. Sur chaque plante ont été prélevées 3 *feuilles* étudiées à 3 *niveaux* différents (base, 1/4, 1/2) à raison de 5 *mesures* par niveau. L'analyse statistique des résultats a été conçue et exécutée au service de Biométrie de l'I. N. R. A. par J. Arnoux. L'essentiel revient à une analyse de variance après transformation des valeurs naturelles en leurs logarithmes de cotangente $\alpha/2$. Cette transformation a pour but d'homogénéiser la fluctuation dans les différentes classes de mesures. Nous en tirons ici les conclusions.

Tout d'abord, la valeur distinctive de ce caractère est largement démontrée en ce qui concerne les 3 plantes étudiées : la probabilité d'obtenir de tels écarts dans une population homogène est inférieure à 0,001. La variation significative des niveaux de feuilles ($p < 0,01$) permet d'affirmer que la valeur de l'angle α augmente très sensiblement entre la base et le niveau 1/2, la variation 1/4-1/2 demeurant peu sensible pour les espèces parentes ; pour l'ensemble des types l'interaction Types × Niveaux n'est pas significative. Cette interaction non significative montre de plus que la distinction entre les types n'est pas favorisée par un niveau plus qu'un autre lorsqu'on prend comme base de comparaison la variation aléatoire globale obtenue pour l'ensemble de cette analyse : il convient essentiellement d'en conclure que la distinction des 3 plantes étudiées est valable à tous les niveaux. On constate par ailleurs une variation « Feuilles » significativement supérieure à la variation

Mesures » (0,01 < p < 0,05). Il en résulte qu'il faut tenir compte de ce facteur de variation dans l'estimation de l'angle α c'est-à-dire qu'il est nécessaire de réaliser les mesures sur un minimum de 2 feuilles par plante.

L'existence de différences significatives entre niveaux a pour corollaire la nécessité du choix d'un niveau de référence. Or l'interaction Type × Niveau est ici négligeable. D'autre part, si l'on examine la variation existante entre les moyennes de feuilles aux différents niveaux on s'aperçoit que l'homogénéité est plus grande aux niveaux Base et 1/2 à l'intérieur des types, et qu'entre types, les écarts de l'hybride vis-à-vis de ses parents sont moins favorables au niveau 1/4. Enfin la variation des mesures à l'intérieur des feuilles est nettement plus faible au niveau 1/2 (85 002 avec la transformation 1 000 log cotg. α/2) qu'aux niveaux Base (196 651) et surtout 1/4 (216 849). Toutes ces donnés s'accordent pour inciter à éliminer les mesures au niveau 1/4. Cependant il convient, pour porter un jugement définitif sur le niveau de référence à utiliser et sur la possibilité de généraliser ces résultats, d'attendre les conclusions d'un travail ultérieur portant sur une population d'individus de chacun des trois types étudiés ici (tableau 9).

TABLEAU 9

Valeurs naturelles de l'angle α exprimé en degrés et fractions décimales

Types : *Lolium perenne* L 29			*Hybride* LF 15		*Festuca pratensis* M 115	
Niveaux	Moyennes	Sommes des carrés	Moyennes	Sommes des carrés	Moyennes	Sommes des carrés
Base	37,6	81,2	49,8	636,8	78,4	591,2
	43,8	194,8	50,0	86,0	77,0	262,0
	39,8	56,8	49,2	218,8	77,2	58,8
	40,4	332,8	*49,6*	941,6	*77,5*	912,0
1/4	45,4	93,2	48,6	101,2	87,2	726,8
	44,4	197,2	56,6	189,2	74,6	219,2
	45,6	317,2	49,8	348,8	90,0	490,0
	45,1	607,6	*51,6*	639,2	*83,9*	1 436,0
1/2	45,2	110,8	55,2	28,8	78,0	38,0
	48,0	38,0	64,8	50,8	80,4	189,2
	42,8	74,8	51,6	109,2	94,8	470,8
	45,3	223,6	*57,2*	188,8	*84,4*	698,0

Pour terminer cette analyse préliminaire de la valeur distinctive de l'angle α nous avons voulu estimer l'influence du milieu sur l'expression de ce caractère en prenant pour mesure de l'effet « Milieu » la longueur de la feuille sur laquelle étaient relevées les mesures d'$\hat{\alpha}$. Nous avons ainsi établi chez LF 15 une table de corrélation basée sur 36 feuilles où les moyennes d'$\hat{\alpha}$ au niveau 1/4 varient de 37 à 67 degrés et les longueurs de limbe des feuilles culmaires de 45 à 175 millimètres. Les moyennes obtenues sont de 50,5 ± 7,4 degrés et 94,2 ± 39 millimètres. Le coefficient de corrélation r = 0,044 est sensiblement nul. Donc, dans la mesure où l'influence du milieu s'exprime de manière valable par la longueur du limbe, on voit que les variations de l'angle α en sont parfaitement indépendantes ce qui donne à ce caractère un intérêt taxinomique tout particulier.

D. — La morphologie des chromosomes

La morphologie des chromosomes peut, elle aussi, apporter des précisions intéressantes en ce qui concerne les caractéristiques spécifiques et nous pensons qu'à elle seule, dans les cas favorables où la forme des chromosomes est suffisamment différenciée (peu de chromosomes, différences de taille importantes, satellites) elle peut suffire à déterminer une espèce. Cette différenciation morphologique des chromosomes est en partie fonction de la finesse des techniques employées tant pour la préparation des chromosomes que pour l'analyse proprement dite. Nous en donnons ici une illustration par l'étude des chromosomes somatiques des espèces *Lolium perenne* et *Festuca pratensis* ainsi que de leur hybride.

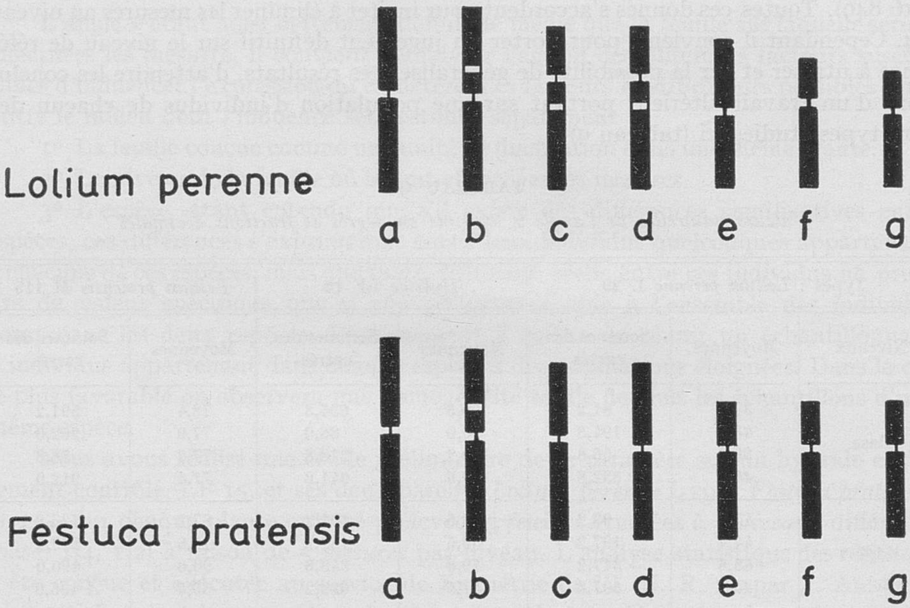


FIG. 9. — *Caryogrammes de* Lolium perenne *L et* Festuca pratensis *Huds.*
Amplification 4 700 × *environ*

Les techniques anciennes d'inclusion à la paraffine et de coloration sur coupes avec l'utilisation du violet de gentiane ou de l'hématoxyline sont parfaitement inutilisables telles quelles pour ce matériel précis et les observations des auteurs que nous avons cités au cours de la revue bibliographique concernant ce sujet ne supportent pas la comparaison avec la précision des résultats obtenus par la seule utilisation d'une technique que l'on ne connaissait pas au moment où ces travaux ont été publiés. Nous connaissons cependant le travail de PATHAK (1940) qui, utilisant une technique de prétraitement des chromosomes par l'hydrate de chloral (KAGAWA 1929) est parvenu à mettre en évidence la structure chromosomique des diverses espèces de *Triticum* et d'*Aegilops* par l'emploi de la méthode d'inclusion à la paraffine et coloration au violet de gentiane ou au Feulgen-vert lumière. La technique d'écrasement des pointes de racines est actuellement universellement connue à quelques variantes près et nous avons décrit plus haut les modalités d'exécution de celle qui a été employée dans la réalisation de ce travail.

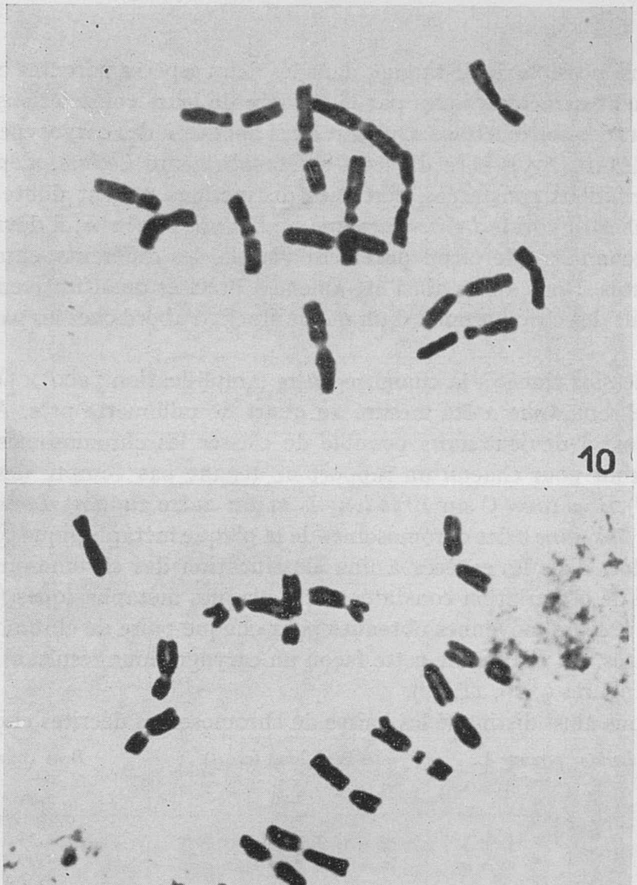


FIG. 10-11-12. — *Chromosomes mitotiques en métaphase, obtenus par la technique d'écrasement à l'orcéine acétique sur préfixation à l'α-monochloronaphtalène.*

(10) Lolium perenne (11) Festuca pratensis (12) *Hybride* F_1 *Amplification* 2 000 ×.

Il est ainsi possible de distinguer dans les deux espèces parentes certaines paires particulièrement caractéristiques par le nombre de leurs constrictions, leur taille et l'emplacement des constrictions. On peut ainsi aboutir à des caryotypes tels que ceux décrits par ESSAD (1954) chez diverses espèces du genre *Lolium*. Cependant, étant donné les variations constatées, certaines distinctions restent douteuses ou même cachées, et, chez l'hybride *Lolium perenne* × *Festuca pratensis*, il devient même très difficile de reconnaître de façon purement visuelle les différents chromosomes des espèces parentes. Nous avons ainsi été amené à préciser quantitativement les caractères distinctifs des chromosomes d'un même stock, d'abord chez les parents puis chez les hybrides.

Sur les dessins tracés à la chambre claire (amplification 3 200 ×) chaque bras ou segment de chromosome a été mesuré au quart de millimètre près. A partir de ces données brutes, il devient alors possible de classer les chromosomes par ordre de taille et d'établir pour chacun un rapport ne tenant pas compte des constrictions secondaires [1] *Bras court* C sur *Bras long* L, et un autre rapport *Longueur Totale* T sur *Longueur Moyenne* θ des chromosomes de la plaque métaphasique correspondante. On aboutit alors dans les espèces à une classification des chromosomes par paires, indépendante de la variation constatée entre plaques métaphasiques [2]. Le tableau 10 expose les valeurs moyennes obtenues pour chaque paire de chromosomes chez les espèces parentes. On obtient de cette façon un caryogramme résultant des moyennes de 5 cellules (figures 9, 10, 11, 12).

Nous avons ainsi distingué les paires de chromosomes décrites ci-dessous :

Lolium perenne L.		Bras long (en μ)	Bras court
	a	2,70	2,40
SAT	*b*	2,58	0,62–1,71
SAT	*c* et *d*	2,31–0,62	1,39
	e	2,13	1,99
	f	2,37	1,17
	g	2,03	1,09
Festuca pratensis Huds.			
	a	3,14	2,57
SAT —	*b*	2,94	0,62–1,56
	c	2,83	2,05
	d	2,50	2,32
	e — *f* — *g*	2,47	1,31

Les rapports T/θ et C/L sont donnés dans le tableau 10.

Le même processus a été appliqué à 5 plaques métaphasiques issues de deux hybrides F_1 en comparant chaque chromosome à la valeur θ_E obtenue à partir de l'ensemble des chromosomes *issus de la même espèce*, grâce à la possibilité de distinction totale des stocks chromosomiques des deux espèces parentes. L'identité des chromosomes des parents dans les hybrides se retrouve d'une façon relativement précise tant pour les rapports T/θ_E et C/L que pour les longueurs totales moyennes par chromosome. Ceci se retrouve finalement dans les valeurs de θ moyens qui sont de *4.20* chez *Lolium perenne* et de 4,5 pour les chromosomes correspondants de l'hybride, de *4,56* chez *Festuca pratensis* avec une valeur de 4,82 chez l'hybride dont la valeur moyenne $\theta_{LF} = 4{,}47$ (tableau 11).

(1) Celles-ci ont été localisées sur l'aspect morphologique : les constrictions secondaires correspondent à des intervalles chromosomiques plus nets que ceux des constrictions centromériques.

(2) La variation entre plaques la plus considérables que nous ayons constatée a trait aux plaques 18 et 25 de *Lolium perenne* S. 52.

TABLEAU 10

Mensurations et rapports relevés sur caryotypes de Lolium perenne *et de* Festuca pratensis

Lolium	θ (en μ)		*a*	*b*	*c-d*	*e*	*f*	*g*
L 29 42..	3,7	T/θ	1,17	1,10	1,03	1,02	0,89	0,74
		C/L	*0,72*	*0,92*	*0,54*	*0,92*	*0,50*	*0,75*
78..	3,9	T/θ	1,22	1,26	1,06	0,89	0,81	0,71
		C/L	*1,00*	*0,94*	*0,48*	*0,91*	*0,60*	*0,52*
S 52 18..	5,5	T/θ	1,15	1,14	1,02	1,08	0,84	0,75
		C/L	*0,88*	*0,78*	*0,64*	*1,00*	*0,48*	*0,43*
25..	3,7	T/θ	1,29	1,18	1,00	1,01	0,79	0,75
		C/L	*0,89*	*0,96*	*0,63*	*0,96*	*0,46*	*0,50*
S (11 × 12) 17..	4,2	T/θ	1,23	1,17	1,04	0,88	0,88	0,76
		C/L	*0,89*	*0,97*	*0,65*	*0,88*	*0,42*	*0,58*
T moyen (en μ)			5,10	4,91	4,32	4,12	3,54	3,12
T/θ moyen			1,21	1,17	1,03	0,98	0,84	0,74
C/L moyen			*0,87*	*0,90*	*0,59*	*0,94*	*0,49*	*0,54*

Festuca	θ (en μ)		*a*	*b*	*c*	*d*	*e-f-g*
M 115 18..	4,48	T/θ	1,27	1,18	1,06	1,04	0,84
		C/L	*0,82*	*0,64*	*0,69*	*0,87*	*0,55*
19..	4,66	T/θ	1,21	1,14	1,06	1,09	0,83
		C/L	*0,76*	*0,70*	*0,61*	*0,97*	*0,50*
59..	5,17	T/θ	1,30	1,12	1,03	1,09	0,82
		C/L	*0,91*	*0,76*	*0,66*	*0,95*	*0,55*
R 13 71..	4,50	T/θ	1,28	1,08	1,14	0,99	0,84
		C/L	*0,85*	*0,82*	*0,94*	*0,90*	*0,56*
85..	4,01	T/θ	1,19	1,19	1,07	1,05	0,82
		C/L	*0,74*	*0,85*	*0,77*	*0,93*	*0,49*
T moyen (en μ)			5,71	5,12	4,88	4,82	3,78
T/θ moyen			1,25	1,12	1,07	1,05	0,83
C/L moyen			*0,82*	*0,75*	*0,73*	*0,92*	*0,53*

Nota. Les paires *c* et *d* de *Lolium*, *e*, *f* et *g* de *Festuca* ont été rassemblées pour l'obtention de valeurs moyennes globales en raison d'une fluctuation des mesures individuelles qui s'oppose à une discrimination certaine (voir tableau 11).

Par contre, les paires *f* et *g* de *Lolium* ont été séparées bien que dans certaine cellules elles soient parfaitement indistinguibles. On peut considérer que ce cas se situe à la limite des possibilités de discrimination de la méthode.

TABLEAU II

Mensurations et rapports relevés sur caryotypes de deux hybrides F_1

	θ (en μ)		Chromosomes issus de *Lolium perenne*							Chromosomes issus de *Festuca pratensis*						
			a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
Espèces parentes	4,38	T/θ	1,21	1,17	1,03		0,98	0,84	0,74	1,25	1,12	1,07	1,05		0,83	
		C/L	*0,87*	*0,90*	*0,59*		*0,94*	*0,49*	*0,54*	*0,82*	*0,75*	*0,73*	*0,92*		*0,53*	
Hybrides F_1																
LF 15 13	4,97	T/θ_E	1,29	1,09	1,02	1,02	0,99	0,82	0,78	1,26	1,02	1,0	1,11	0,94	0,88	0,79
		C/L	*0,73*	*0,88*	*0,67*	*0,76*	*0,93*	*0,50*	*0,53*	*0,95*	*0,59*	*0,70*	*0,90*	*0,60*	*0,36*	*0,69*
28	4,34	T/θ_E	1,29	1,13	0,86	0,86	1,05	0,94	0,86	1,19	1,03	1,06	0,96	1,0	0,96	0,80
		C/L	*0,94*	*0,93*	*0,83*	*0,83*	*0,93*	*0,50*	*0,57*	*1,0*	*0,72*	*0,78*	*0,81*	*0,67*	*0,61*	*0,60*
30	4,63	T/θ_E	1,20	1,12	1,09	0,94	1,05	0,80	0,80	1,14	1,17	0,95	0,98	0,95	0,95	0,89
		C/L	*0,65*	*0,72*	*0,76*	*0,53*	*0,93*	*0,57*	*0,57*	*0,80*	*0,68*	*0,87*	*0,94*	*0,67*	*0,67*	*0,55*
LF 16 16	4,25	T/θ_E	1,30	1,18	1,06	0,91	1,02	0,79	0,75	1,24	1,10	1,17	0,97	0,89	0,86	0,76
		C/L	*0,94*	*1,0*	*0,50*	*0,53*	*1,0*	*0,43*	*0,46*	*0,89*	*0,68*	*0,70*	*1,0*	*0,44*	*0,56*	*0,37*
27	4,22	T/θ_E	1,30	1,27	1,03	1,03	0,95	0,79	0,71	1,10	1,13	1,03	0,92	0,96	0,89	0,86
		C/L	*0,87*	*0,88*	*0,53*	*0,53*	*1,0*	*0,66*	*0,50*	*0,88*	*0,74*	*0,77*	*0,93*	*0,55*	*0,62*	*0,56*
T moyen (en μ)			5,22	4,82	4,22	3,97	4,22	3,44	3,25	5,72	5,50	5,0	4,78	4,56	4,37	3,94
T/θ_E moyen			1,26	1,16	1,01	0,95	1.01	0,83	0,78	1,19	1,09	1,04	0,99	0,94	0,91	0,82
C/L moyen			*0,83*	*0,88*	*0,66*	*0,64*	*0,96*	*0,53*	*0,53*	*0,90*	*0,68*	*0,76*	*0,92*	*0,59*	*0,56*	*0,55*

D'après l'ensemble des longueurs de chromosomes obtenues et en supposant une variation aléatoire identique dans les trois types on obtient un écart-type de T égal à 0,61 μ avec 182 degrés de liberté, ce qui permet une comparaison des différentes valeurs de $\bar{\theta}$ par le test *t*. Les probabilités obtenues pour les différences *Lolium Festuca* et *Lolium*-Hybrides sont au plus égales à 0,01. Par contre, $\bar{\theta}_F$ n'est pas significativement différent de $\bar{\theta}_{LF}$. Il est de plus extrêmement intéressant de remarquer que les longueurs moyennes des chromosomes *Lolium* et *Festuca* des hybrides ne sont pas significativement différentes des $\bar{\theta}$ obtenus dans les espèces (probabilités respectives $> 0,70$ et $> 0,10$), ce qui signifie que les chromosomes associés chez les hybrides ont conservé leur taille originelle.

Nous avons cependant observé une variation qualitative dans les hybrides pour le chromosome *b* de *Festuca pratensis* dont la constriction secondaire disparaît 4 fois sur les 5 cellules analysées alors qu'à l'intérieur de l'espèce, cette constriction secondaire est toujours parfaitement nette. Nous rapprocherons de ce fait la suppression fréquente d'une ou deux constrictions secondaires des paires de chromosomes *c-d* du *Lolium perenne* : il pourrait s'agir là d'un fait dû à un phénomène de compétition entre organisateurs de nucléoles dont on sait la correspondance avec les constrictions secondaires (cf. GATES, 1942). Selon la terminologie de NAVASHIN (1934) il s'agit d'un cas *d'amphiplastie différentielle* (altérations de chromosomes provoquées par certaines combinaisons interspécifiques) mise en évidence par cet auteur chez des hybrides interspécifiques de *Crepis* où elle résulterait d'une interaction chromosomique. Des observations analogues ont été faites par DARLINGTON (1941) chez *Paris quadrifolia.*

L'examen comparatif des caryogramme de *Lolium perenne* et *Festuca pratensis* appelle certains commentaires. En effet, malgré la dissemblance individuelle apparente des chromosomes des deux stocks qu'il est possible de séparer dans l'hybride, on ne peut qu'être frappé de l'homologie existant entre les deux caryogrammes où les chromosomes sont classés, séparément dans les deux espèces, par ordre de taille décroissante. Il est par ailleurs possible que l'homologie des paires *e*, *f* et *g* des deux espèces soit plus étroite qu'il n'apparaît sur les caryogrammes si l'on pouvait discriminer entre les trois dernières paires de *Festuca pratensis* que le seul jeu de la fluctuation nous a contraint à grouper.

A cet égard, les différences constatées entre *Lolium perenne* et *Festuca pratensis* se ramèneraient à un raccourcissement relatif des chromosomes et à l'apparition de 2 constrictions secondaires supplémentaires chez *Lolium perenne* en même temps qu'à une modification entre espèces de certains chromosomes correspondant à une transformation des rapports C/L, par un processus qui pourrait être l'inversion péricentrique. Signalons qu'au cours de la division réductionnelle les chromosomes perdent leur individualité morphologique et il n'est pas possible d'y préciser quels appariements se réalisent chez l'hybride.

CONCLUSIONS

Nous avons tenté au cours de cette étude de préciser les caractères propres aux espèces *Lolium perenne* L., *Festuca pratensis* Huds. et à leur hybride F_1, sur trois plans très différents : la morphologie externe, l'anatomie des feuilles et la morphologie des chromosomes.

Sur le plan de la morphologie externe nous avons hiérarchisé les différents caractères observables en fonction de leur constance spécifique et de leur précision, en tenant compte des descriptions de différents auteurs que nous avons complétées par nos propres observations qui portent sur des hybrides artificiels parfaitement sûrs. A ces observations nous avons adjoint l'analyse statistique de différents caractères mesurables des tiges et des inflorescences. Les facteurs de variation contrôlés (Plantes et Années) ont permis de montrer que, dans les limites du matériel étudié tout au moins, les valeurs des rapports *Longueur de Gaines sur Longueur de Glume supérieure* et *Largeur de dernière Feuille culmaire sur Longueur de Glume supérieure* sont très nettement supérieurs aux caractères quantitatifs simples qui présentent une variation importante. Le *nombre de fleurs de l'épillet entièrement recouvrables par la glume supérieure* est aussi un caractère particulièrement intéressant sous condition de situer l'observation à un niveau déterminé de l'inflorescence.

L'*anatomie du limbe de la dernière feuille culmaire* apporte de son côté des renseignements précieux sur l'état de différenciation des deux espèces parentes et de leur hybride. Le degré de sclérification constaté chez *Lolium perenne* est nettement réduit par rapport aux deux autres types, mais la carène de la feuille demeure le trait distinctif le plus constant de cette espèce avec l'aspect d'ensemble des coupes. Nous avons analysé cet aspect caractéristique des coupes de feuilles des différents types (qui ne permet absolument pas de distinguer *Festuca pratensis* de l'hybride) en précisant leur forme géométrique qui, étant donnée la constance des portées de voûtes dans les feuilles, les espèces et entre espèces, se trouve résumée par la mesure de l'angle α défini dans le cours de ce travail et dont l'intérêt sera précisé ultérieurement sur la base des résultats préliminaires exposés ici.

Nous avons été conduit, pour caractériser exactement les *chromosomes* des espèces étudiées et vérifier leur comportement en association chez les hybrides, à effectuer un relevé exact des dimensions individuelles de chacun des éléments du stock chromosomique. Il apparaît ainsi que, outre la fluctuation inévitable à l'intérieur d'une même cellule, des variations importantes se révèlent d'une cellule à l'autre. Cependant la longueur moyenne des chromosomes de *Lolium perenne* demeure significativement inférieure à celle de *Festuca pratensis* et des hybrides. En outre, les rapports des chromosomes entre eux, c'est-à-dire leur longueur relative à l'intérieur de chaque cellule, sont assez constants. Il en est de même des rapports des bras de chaque chromosome qui, avec la présence ou l'absence de constrictions secondaires, caractérisent chaque chromosome, lui donnent son faciès particulier. Nous avons ainsi pu établir de manière très précise le caryogramme de chacune des espèces parentes et contrôler que leur chromosomes demeurent strictement inchangés dans l'hybride à l'exception toutefois d'un caractère qualitatif : disparition non absolument constante de la constriction secondaire du chromosome nucléolaire de *Festuca pratensis*. Une certaine analogie a aussi pu être mise en évidence entre les chromosomes des deux espèces.

La différenciation des formes hybrides se révèle particulièrement délicate : seule l'étude du caryotype permet à coup sûr d'établir l'origine hybride par la juxtaposition des génomes des deux parents. Sur les autres plans de l'analyse il est seulement possible d'accumuler les probabilités. Parmi ces caractères, ceux qui, dans le matériel étudié donnent la meilleure distinction sont le « Nombre de fleurs par glume », les rapports

longueur de gaines et largeur de feuilles sur longueur de glume, la longueur de baguette, et enfin l'angle α.

D'autres caractères sont aussi utilisables : il s'agit des ramifications d'épis, de la présence de glumes inférieures ou d'indéhiscence staminale. Mais leur apparition accidentelle dans les espèces parentes ne leur confère qu'une valeur de probabilité au même titre que les autres caractères à dominance incomplète. La pédonculation des épillets n'est pas non plus un caractère constant des hybrides F_1.

En dernière analyse, on peut écrire que les caractères des parents se fondent étroitement chez l'hybride, à l'exception de la morphologie des chromosomes qui demeure pratiquement inchangée.

IV. LA MÉIOSE CHEZ LES PARENTS ET LES HYBRIDES F_1

Introduction

Dès 1933, PETO a présenté une analyse des phénomènes de méiose tels qu'il a pu les observer sur 5 plantes issues du croisement *Lolium perenne* × *Festuca pratensis*. Selon ces observations, limitées à 6 cellules par plante, aucune anomalie notable ne peut être relevée si ce n'est la formation d'un quadrivalent et d'univalents chez un des hybrides, et la présence d'univalents chez un autre. Ces résultats n'ont pas été repris jusqu'ici et leur portée, somme toute assez restreinte, semblait mériter une confirmation qui fait l'objet du présent chapitre.

On peut définir la méiose comme étant le type de division cellulaire qui donne naissance aux cellules sexuelles et qui est caractérisé par la réduction chromosomique qu'elle implique normalement. L'aptitude à l'appariement des chromosomes résulterait d'un retard du cycle chromosomique par rapport à l'entrée en prophase de la cellule ; c'est la théorie de précocité de DARLINGTON (1937 *a*).

Selon cette théorie, les chromomères seraient doués d'un pouvoir d'attraction saturé par une duplication externe (appariement) ou interne (clivage). Cette attraction ne pourrait, de plus, s'exercer qu'entre particules homologues, la nature exacte de cette homologie étant inconnue mais correspondant à une identité morphologique fine telle qu'on peut la mettre en évidence sur les chromosomes polyténiques des glandes salivaires des Diptères. On sait par ailleurs que l'homologie exacte des chromosomes n'est pas une condition suffisante pour assurer un appariement total des chromosomes d'un individu diploïde, car dans le cadre de l'espèce, on a pu mettre en évidence l'action de certains gènes récessifs qui entraînent une inhibition de l'appariement (YAMAMOTO, 1934, RAMAER 1935). Entre espèces, la plupart des cas d'hybridations connus s'insèrent apparemment très bien dans le schéma classique « homologie-appariement ». En effet, de l'absence d'appariement chez un hybride interspécifique, on conclut à l'absence d'homologie. Mais la question semble se compliquer depuis que RILEY et ses collaborateurs (1958-59) et SEARS et OKAMOTO (1958) ont montré que l'absence d'un certain chromosome du blé (le chromosome V) entraînait chez les hybrides Blé × Seigle ou chez *Triticum vulgare* des associations entre chromosomes

appartenant à des génomes que l'on considérait jusque-là comme hétérologues. Ces associations se produisent non seulement entre chromosomes des deux espèces parentes, mais encore entre chromosomes différents du Blé (autosyndèse *sensu stricto*).

Il en résulte que seuls des segments homologues de chromosomes sont susceptibles de s'apparier *activement*, mais que l'absence d'appariement ne signifie pas nécessairement absence d'homologie, étant donné que les appariements sont soumis à l'influence de certains facteurs du milieu nucléaire.

Certains hybrides interspécifiques, qui ont été groupés par CLAUSEN, KECK et HIESEY (1945) sous le vocable d'hybrides interécospécifiques, présentent une forme particulière des phénomènes d'homologies chromosomiques. Ces hybrides présentent un appariement satisfaisant au niveau diploïde et sont néanmoins fortement stériles. Après doublement chromosomique, on observe un relèvement de la fertilité qui peut être total, en même temps que l'on n'observe aucune formation de multivalents en méiose (*Galeopsis Tetrahit* artificiel de MÜNTZING 1930-32), ou qui peut n'être que partiel avec une méiose assez semblable à celle d'un autotétraploïde : *Crepis rubra* × *C. foetida* (POOLE, 1931). Le comportement chromosomique du *Galeopsis pubescens* × *G. speciosa* de MÜNTZING a été interprété par cet auteur comme révélant l'existence d'affinités différentielles entre chromosomes : à chaque chromosome d'une espèce correspond un chromosome de l'autre espèce, mais cette affinité est relativement faible, si bien que l'appariement a lieu préférentiellement entre éléments identiques lorsque la garnitures est doublée ; d'où la formation exclusive de bivalents chez l'amphidiploïde *G. Tetrahit*, et le retour à une fertilité normale par le jeu d'une disjonction équilibrée des gènes parentaux. Cette hypothèse a été reprise par STEBBINS (1945, 1947 et 1950) qui explique cet appariement préférentiel par l'existence de nombreux remaniements structuraux trop petits pour être repérables cytologiquement, mais suffisamment nombreux sur l'ensemble des chromosomes pour correspondre à une réduction sensible de ce que l'on peut appeler la « tendance à l'appariement » des chromosomes parentaux. Les chromosomes homéologues seraient donc constitués d'une alternance de segments homologues et non homologues (ceux-ci subissant passivement ou malgré eux l'appariement) correspondant sur une longueur quelconque à des délétions, duplications ou autres transformations hétérozygotes qui seraient responsables, par les disjonctions subies, des phénomènes de stérilité observés au niveau diploïde.

Or, nous avons établi (chapitre III) que les stocks chromosomiques de *Lolium perenne* et de *Festuca pratensis* sont morphologiquement distincts et nous savons d'après le travail de PETO que la méiose des hybrides F_1 paraît normale. La question se pose donc dès l'abord, de savoir si ces stocks chromosomiques sont homologues ou seulement homéologues, c'est-à-dire qu'il importe de savoir si la différenciation spécifique qui s'est exercée sur la morphologie chromosomique correspond à une différenciation structurale ou purement physiologique. Cette deuxième possibilité se réfère à l'hypothèse présentée par TOGBY (1943) d'un contrôle autonome pour chaque chromosome du degré de contraction atteint en métaphase par le chromonéma (cité par STEBBINS 1950). Deux types complémentaires d'investigation se présentent alors :

1° *Au niveau* 2n, il est justifié de considérer la fréquence des chiasmas comme une mesure de l'homologie des chromosomes partenaires : plus grande est la longueur appariée, plus le nombre de chiasmas réalisables est élevé, dans la mesure cependant où n'interviennent pas des facteurs d'inhibition géniques (asynapsis ou desynapsis

signalées à maintes reprises depuis BEADLE 1930-33) ou externes (GRANT 1952, HYDE et PALIWAL 1958, WILSON 1959 *a*). Par ailleurs, il est nécessaire de tenir compte du phénomène de terminalisation des chiasmas qui peut faire dévier les fréquences de chiasmas observables en métaphase d'une façon indépendante de l'homologie des chromosomes associés. L'existence d'un chiasma terminal peut en effet correspondre à la terminalisation complète d'un, deux ou plusieurs chiasmas initialement formés. Or, comme on peut supposer que la terminalisation sera d'autant plus rapide et complète que les conditions de réalisation de la méiose seront plus favorables, on risque, en dénombrant indistinctement tous les chiasmas visibles en métaphase, de sous-estiler ou de surestimer suivant les cas, l'homologie des génomes associés. Comme, de plus, cette terminalisation continue à évoluer jusqu'à l'anaphase, on ne peut éviter l'influence de cette cause supplémentaire de variation. C'est pourquoi nous avons résolu de ne considérer en métaphase I que la présence ou l'absence d'une « *liaison* » par paire de bras de chromosomes : nous revenons en fait à la première distinction faite par les cytogénéticiens entre bivalents en anneau, bivalents droits et paires d'univalents.

2° *Au niveau* 4n, il doit être possible de préciser la nature des relations établies d'après l'étude des méioses diploïdes : homo- ou homéologies des chromosomes associés, origine génique ou structurale des asyndèses possibles.

A. — Critères d'associations chromosomiques diploïdes

Deux paramètres semblent pouvoir caractériser commodément les associations chromosomiques observées en métaphase I chez les diploïdes. Ce sont :

1° *la fréquence d'association* p qui est égale au rapport $\frac{a+d}{7m}$ où a est le nombre de bivalents en anneau, d le nombre de bivalents droits, m le nombre de cellules analysées et où 7 représente le nombre de paires de chromosomes par cellule. p représente donc la probabilité moyenne d'appariement d'une paire de chromosomes homologues (ou homéologues) pour la plante considérée. C'est aussi le complément à 1 de la fréquence des paires d'univalents u. Dans l'espèce, cette valeur p mesure la régularité du nombre chromosomique des gamètes formés par la plante $2n$ considérée et doit donc se trouver en liaison avec une certaine forme de stérilité. Chez les hybrides $2n$, p sera une première mesure de l'homologie des génomes associés par comparaison avec les valeurs obtenues à l'intérieur des espèces parentes. Mais cette caractéristique demeure insuffisante et doit être précisée par un deuxième paramètre.

2° *l'intensité de liaison* $l = \frac{a}{a+d}$, rapport du nombre de bivalents en anneau au nombre total de bivalents. Si p donne une représentation de la disjonction chromosomique en anaphase I, le paramètre l révèle de façon plus nuancée l'existence d'obstacles susceptibles d'intervenir au cours de l'appariement ou de la formation des chiasmas.

Bien évidemment, ces paramètres ne peuvent rendre compte de façon très détaillée de l'ensemble des processus prophasiques, mais, outre les possibilités d'analyse qu'ils sont susceptibles d'offrir, ils permettent de retrouver aisément les diverses caractéristiques de la métaphase : lorsque $n = 7$, comme dans le cas présent,

$$a = 7mpl \qquad d = 7mp\,(1 - l) \qquad u = 7m\,(1 - p)$$

Les différents chiasmas éventuels intéressant une paire de bras de chromosomes étant considérés comme une *liaison* au même titre qu'un unique chiasma pour les raisons indiquées plus haut, la fréquence des liaisons par paire de chromosomes $\frac{2a+d}{7m} = p(1+l)$ et l'on peut de manière analogue obtenir la fréquence des liaisons par bivalent $\frac{2a+d}{a+d} = 1+l$.

B. — Les associations chromosomiques des parents et hybrides F_1

1° Au niveau diploïde

Rappelons d'abord que les différents processus de la méiose sont sous la dépendance étroite d'un patrimoine héréditaire très variable d'une plante à une autre dans ce matériel allogame et *a fortiori* dans l'ensemble des populations qui constituent l'espèce. Cependant cette variation est partiellement contrôlable par l'utilisation de plantes appartenant à des écotypes différents et, si notre prospection dans ce sens n'a pas l'ampleur désirable en raison des difficultés des croisements et de l'importance matérielle du travail qu'une telle prospection suppose, nous avons étendu notre analyse à des hybrides issus de parents d'origines différentes dans chaque espèce. Nous avons aussi contrôlé le comportement individuel des parents par l'étude de leur descendance en fécondation libre d'une part, pour juger de la réaction moyenne de ces parents avec les populations diverses réunies en collections sur le lieu de notre travail, et d'autre part, par l'étude de leur descendance en autofécondation en vue d'apprécier leurs caractéristiques potentielles héréditaires.

TABLEAU 12

Méioses — Fertilités polliniques

Plante ou famille	Nbre de plantes	p	l	GP %
L. perenne L 29	1	0,993	0,587	63 (56 à 78)
L 29 FL ..	14	0,993 ± 0,014	0,643 ± 0,082	33 (0,5 à 65)
L 29 AA ..	18	0,834 ± 0,177	0,543 ± 0,178	43 (0,5 à 82)
S 52......	1	1,0	0,755	85 (70 à 94)
S 52 FL ..	10	0,990 ± 0,017	0,638 ± 0,102	79 (56 à 93)
S 52 AA ..	8	0,993 ± 0,017	0,696 ± 0,096	88 (70 à 95)
F. pratensis M 115 ...	1	1,0	0,934	89
M 115 FL	8	0,991 ± 0,024	0,720 ± 0,053	86 (75 à 93)
M 115 AA	8	0,973 ± 0,030	0,747 ± 0,062	82 (60 à 97)
R 13	1	0,994	0,684	93
R 13 FL ..	6	0,999 ± 0,001	0,800 ± 0,042	76 (33 à 95)
R 13 AA ..	5	0,961 ± 0,047	0,649 ± 0,079	81 (69 à 93)
Parents FL global ...	38	0,993 ± 0,012	0,682 ± 0,097	
L. per. × *F. prat.* global	5	0,968 ± 0,015	0,732 ± 0,036	0,9 (0 à 5,8)
LF 15 ...	1	0,940	0,691	0,3 (0 à 1,1)
LF 16 ...	1	0,982	0,712	2,0 (0,3 à 5,8)
LF 17 ...	1	0,980	0,738	0,8
LF 18 ...	1	0,965	0,789	0,4
LF 19 ...	1	0,973	0,733	1,1 (1,3 et 1,0)

Les paramètres p et l tels qu'ils ont été définis précédemment, représentent une estimée moyenne des caractéristiques d'appariement d'une population de cellules présentant à cet égard une certaine fluctuation. Cette fluctuation peut être définie avec exactitude, pour l'échantillonnage étudié, par l'écart-type des valeurs obtenues, soit entre plantes, soit entre groupes de plantes, suivant les cas.

Le tableau 12 résume l'ensemble des données que nous avons recueillies dans les espèces parentes et chez les hybrides F_1 en ce qui concerne les appariements de métaphase I.

Pour chaque famille des parents ont été distingués : la plante utilisée dans les croisements et ses descendants issus de fécondation libre d'une part, et d'autofécondation d'autre part. A ces deux dernières catégories de plantes ont été adjointes les valeurs de l'écart-type entre plantes, qui mesure la variation à l'intérieur de la fratrie considérée. En outre, ont été indiquées les valeurs moyennes de p et de l avec leurs écart-types pour l'ensemble des fécondations libres d'une part et pour l'ensemble des hybrides F_1 d'autre part.

Un certain nombre d'observations peuvent en être tirées :

a) Les valeurs de l manifestent une variation importante dans les différentes familles, mais les différences constatées entre groupes n'étant pas significatives, il n'est pas possible d'en tirer de conclusions intéressantes dans le cadre de cette étude. Nous limiterons donc ici l'analyse des caractéristiques de méiose aux seules valeurs de p.

b) Dans les espèces parentes, les distinctions faites entre clone parental, descendance issue de fécondation libre et descendance issue d'autofécondation, ne révèlent pas de tendance nettes autorisant une remarque d'ordre général. On constate seulement une réduction non significative des valeurs de p dans les familles autofécondées R 13 et M 115, alors que chez S 52 l'ensemble des descendants présente une remarquable homogénéité. On peut donc admettre que ces trois familles ne possèdent aucun facteur susceptible de modifier les associations chromosomiques. Par contre, dans la famille L 29, l'autofécondation révèle l'existence d'un facteur d'asyndèse qui réduit nettement la valeur de p et introduit une variation hautement significative ($F = 156$) lorsqu'on la compare à celle des plantes de la même famille issues de fécondation libre.

La valeur moyenne de p calculée sur l'ensemble des descendants de fécondation libre des espèces parentes, qui est de $0{,}993 \pm 0{,}012$ met en évidence que chez *Lolium perenne* et *Festuca pratensis*, des plantes que l'on peut considérer comme normales présentent cependant en moyenne 0,7 p. 100 d'univalents, soit 7 appariements « manqués » sur 1 000.

c) Chez les hybrides F_1, cette fréquence de non-appariement passe à 3,2 p. 100 avec une variation entre plantes sensiblement identique à celle que nous avons relevée dans les espèces parentes. Le test t de STUDENT-FISHER établi pour comparer cette valeur d'appariement avec celle des fécondations libres des parents indique une différence significative au seuil de 0,01. Si donc, il n'est pas rare de rencontrer dans les espèces parentes des individus présentant une valeur d'appariement p inférieure ou égale à celle des hybrides F_1, la constance de ces valeurs réduites chez ceux-ci, les rend significatives.

2° Au niveau tétraploïde

Nous avons obtenu le doublement chromosomique de deux hybrides F_1 (LF 15 et LF 16) au moyen d'un traitement à la colchicine dont le détail est donné plus haut (Chapitre II : Matériel et Méthodes). La méiose de ces deux amphiploïdes a été comparée à celle d'un *Lolium perenne* autotétraploïde spontanément apparu dans nos pépinières (figures 13, 14, 15). Cette étude a fait l'objet d'une note préliminaire (Essad 1956) et les données ci-dessous ont été par ailleurs utilisées à l'occasion d'une mise au point portant sur la polyploïdie (Essad 1957).

TABLEAU 13

		Nbre de cellules	IV	III + I	II	I	p	% AI 14-14	% bon pollen
		—	—	—	—	—	—	—	—
F_1 4*n*	LF 15_{4n}	50	2,08	0,92	7,18	1,64	0,909	20	25
	LF 16_{4n}	55	2,54	0,27	7,62	1,49	0,937	31	57
L. perenne 4*n*	L (29)-5	79	2,95	0,05	7,89	0,20	0,991	64,5	89

La fréquence des quadrivalents potentiels [IV + (III + I)] est pratiquement identique chez les trois plantes. La fréquence de bivalents (II) par cellule est plus faible chez les hybrides que chez l'autotétraploïde alors qu'un état d'allopolyploïdie segmentaire devrait entraîner une augmentation de ces fréquences au détriment de celle des quadrivalents, d'où un rapport IV potentiels sur II nécessairement plus faible. En fait, les valeurs de ce rapport pour LF 15 et LF 16, respectivement de 0,417 et 0,368, encadrent celle du témoin *Lolium* autotétraploïde qui est de 0,380. La seule différence susceptible de caractériser les amphiploïdes se trouve être une asyndèse sensible dans les fréquences de III + I et d'I ou dans les valeurs de p qui les représentent globalement. Si l'on tient compte de ce que la tétraploïdie en soi entraîne toujours une légère asyndèse, la comparaison des valeurs de p obtenues ici avec les valeurs correspondantes relevées au niveau $2n$ (tableau 12) permet de noter la correspondance étroite existant entre les niveaux $2n$ et $4n$ de chaque plante hybride en ce qui concerne l'appariement chrosmosomique. Pour LF 15 et LF 16, les réductions de la valeur de p apportées par le doublement chromosomique sont très voisines (respectivement 0,031 et 0,045).

A titre indicatif, ont été portés sur le tableau 13, les pourcentages d'anaphases I présentant une répartition égale des 28 chromosomes du stock de ces plantes ainsi que les pourcentages correspondants de pollen bien constitué.

Ces pourcentages sont en liaison étroite avec les valeurs de p, sans que l'on puisse établir à coup sûr si la réduction du pourcentage de bon pollen est uniquement provoquée par la réduction des fréquences de disjonctions symétriques. Cette considération présente une importance non négligeable, car, comme nous le verrons au chapitre suivant, la stérilité pollinique des hybrides F_1 $2n$ est quasi totale, malgré une méiose peu différente de la normale. Or, si cette stérilité diploïde peut s'expliquer par une répartition aléatoire des gènes des deux espèces, et si les associations tétrasomiques se réalisent au hasard comme les observations précédentes le laissent supposer, la disjonction des gènes des deux espèces doit exister aussi à ce niveau et par conséquent entraîner une stérilité importante qui s'ajouterait à la stérilité chromosomique liée aux répartitions inégales de chromosomes en métaphase I. Cependant il convient de remarquer que les individus 4n sont d'une part beaucoup plus tolérants aux déséquilibres chromosomiques que les individus $2n$ et que, d'autre part, le doublement

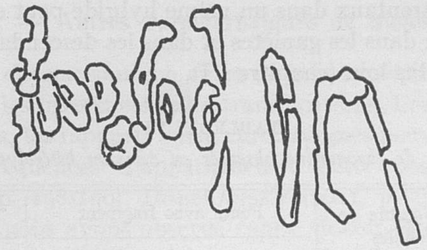


FIG. 13. — Lolium perenne *autotétraploïde* (L 29) — 5
Métaphase I (2 000 ×)

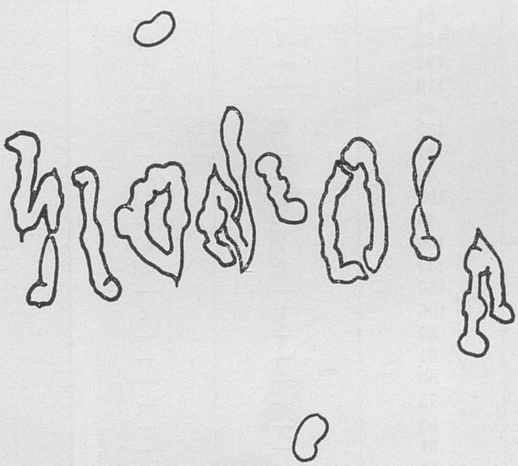


FIG. 14. — *Amphidiploïde* Lolium perenne × Festuca pratensis (*LF* 16 4*n*)
Métaphase I (2 000 ×)

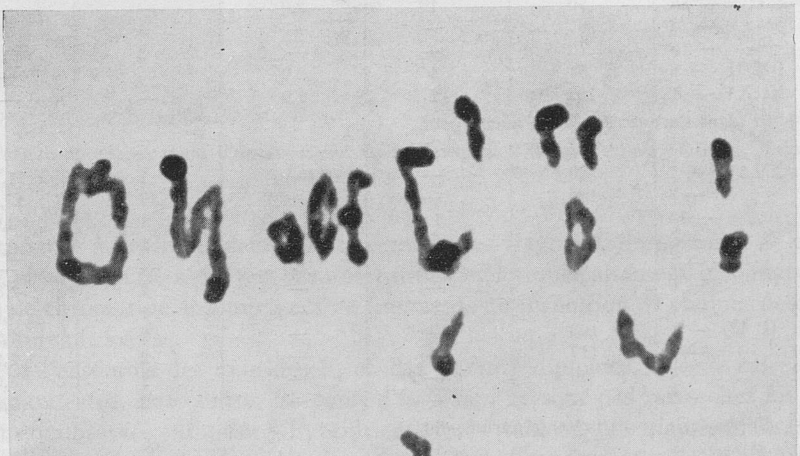


FIG. 15. — *Amphidiploïde* Lolium perenne × Festuca pratensis (*LF* 16 4*n*)
Fin de métaphase I (2 000 ×)

des stocks géniques parentaux dans un même hybride peut entraîner la suppression d'équilibres défectueux dans les gamètes et dans les descendants. Ce problème particulier sera développé plus loin (chapitre VI).

TABLEAU 14

Ponts de chromatine observés en division hétérotypique

	Nombre de cellules observées	Ponts avec fragment		Ponts sans fragment	
		Nb. cell.	(%)	Nb. cell.	(%)
L. perenne					
L 13	51	—	—	1	2,0
(L 29) — 1	122	1	0,8	1	0,8
— 2	151	—	—	10	6,6
— 3	110	—	—	2	1,8
— 4	80	—	—	7	8,7
— 16	167	—	—	3	1,8
— 18	81	—	—	7	8,7
— 20	40	—	—	2	5,0
— 21	105	5	4,8	1	0,9
— 22	95	—	—	2	2,1
L 29 — 9	109	1	0,9	—	—
— 11	139	1	0,7	—	—
S 52	457	—	—	9	2,0
(S 52) — 3	> 100	1	ε	—	—
— 8	50	—	—	1	2,0
— 11	51	—	—	6	12,0
S 52 — 2	50	—	—	1	2,0
— 3	73	—	—	1	1,5
— 6	58	—	—	8	13,8
— 7	51	—	—	1	2,0
— 8	51	—	—	1	2,0
S 42	143	—	—	1	0,7
(S 42) — 1	51	—	—	1	2,0
— 26	50	1	2,0	—	—
S 42 — 2	84	—	—	3	3,6
— 3	78	—	—	2	2,6
I-M II — 6	51	1	2,0	—	—
Mt XV — 8	102	1	1,0	—	—
+ 52 plantes n'ayant présenté aucun pont					
F. pratensis					
(M 115) — 2	60	—	—	1	1,7
— 3	100	—	—	17	17,0
— 18	50	1	2,0	1	2,0
M 115 — 2	113	—	—	1	0,9
— 4	58	1	1,9	—	—
— 6	87	—	—	2	2,3
— 8	67	—	—	1	1,5
(R 13) — 1	103	—	—	2	1,9
— 2	117	—	—	2	1,9
— 4	50	—	—	2	4,0
— 5	50	—	—	2	4,0
+ 10 plantes n'ayant présenté aucun pont					
F_1 *L. per.* × *F. prat.*					
LF 15	414	5	1,2	11	2,6
LF 16	454	3	0,7	9	2,0
LF 17	61	—	—	1	1,7
LF 18	76	9	11,9	3	4,0
LF 19	121	1	0,8	1	0,8

C. — Autres caractéristiques de méiose

La différenciation chromosomique entre espèces se réalise fréquemment par des remaniements tels que les inversions et les translocations. Lorsque ces remaniements sont petits et nombreux, les rapports entre chromosomes peuvent se trouver modifiés seulement dans les fréquences d'appariements. Cette possibilité, exprimée par DARLINGTON (1937 *a*, p. 198-199), DOBZHANSKY (1941, p. 328), STEBBINS déjà cité, semble d'après ce que nous avons observé *supra*, devoir être éliminée, en tant que processus généralisé à l'ensemble des chromosomes, des processus de différenciation de *Lolium perenne* et *Festuca pratensis*. Mais la différenciation chromosomique peut aussi

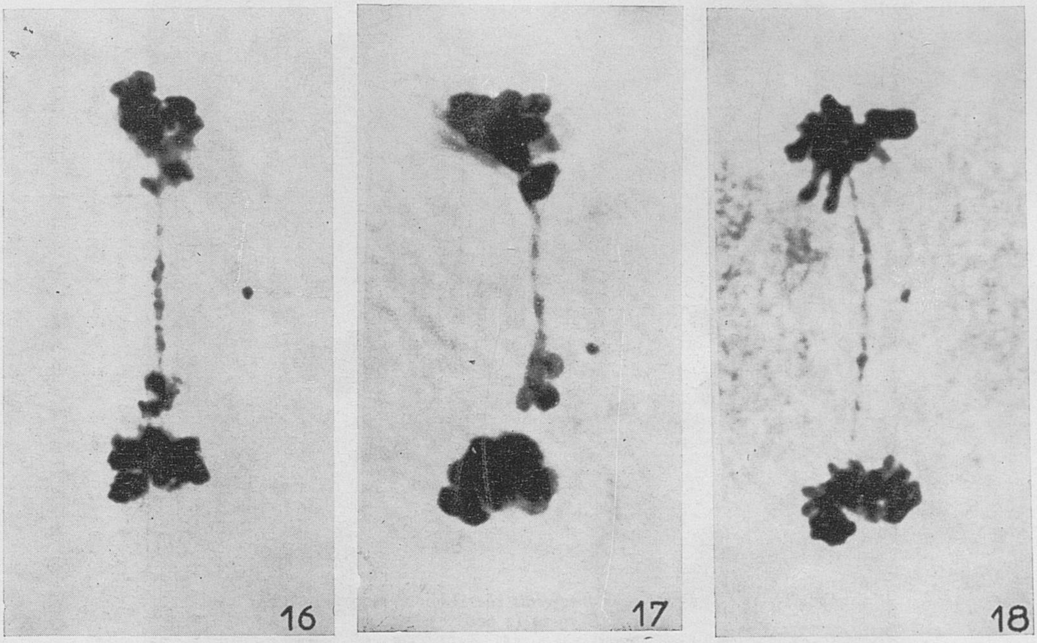


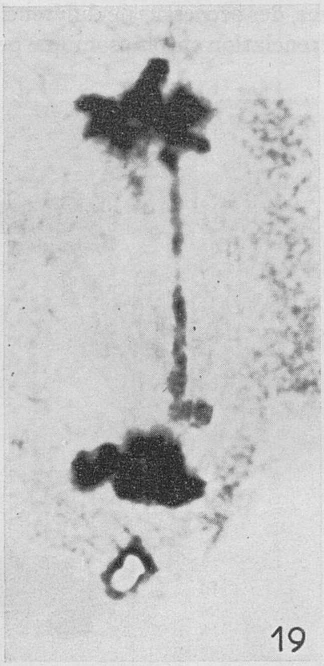
FIG. 16–17–18. — *Ponts d'inversion chez* Lolium perenne *L* 29-27, Festuca pratensis *M* 115-4 *et l'hybride* F_1 *LF* 15 (2 000 ×)

correspondre à des remaniements concernant des fragments importants de chromosomes et se traduire alors par des aberrations méiotiques aisément reconnaissables : ponts de chromatine accompagnés de fragments ou formation de chaines de chromosomes suivant les cas.

Sur l'ensemble des hybrides F_1 et des parents diploïdes, *aucune caténation* ne s'est manifestée. Par contre, les *ponts d'inversion* ne sont pas rares chez les parents et ont été observés sur 4 des 5 hybrides analysés (tableau 14,) mais leur absence chez LF 17 peut n'être qu'apparente en raison du faible nombre de cellules étudiées dans ce cas. 86 plantes des espèces parentes ont été analysées à cet égard et 10 d'entre elles présentent une fréquence de ponts accompagnés de fragments (figures 16, 17, 18) allant de l'apparition d'un cas exceptionnel hors fréquences à 4,8 pour 100 cellules. Afin de confirmer l'existence d'une telle fréquence d'inversions dans les espèces

parentes, nous avons prélevé au hasard 5 plantes de chacune de 3 populations naturelles françaises originaires de Montmaur (Hautes-Alpes), Mornant (Rhône) et Ivry en Montagne (Côte d'Or), et nous avons relevé une inversion caractérisée chez une plante de chacune de ces deux dernières localités (IM II-6 et Mt XV-8).

Chez les hybrides LF 15, LF 16, LF 17, LF 18 et LF 19, les fréquences de ponts accompagnés de fragments sont respectivement de 1,2 p. 100, 0,7 p. 100, 0 p. 100, 11,9 p. 100 et 0,8 p. 100.



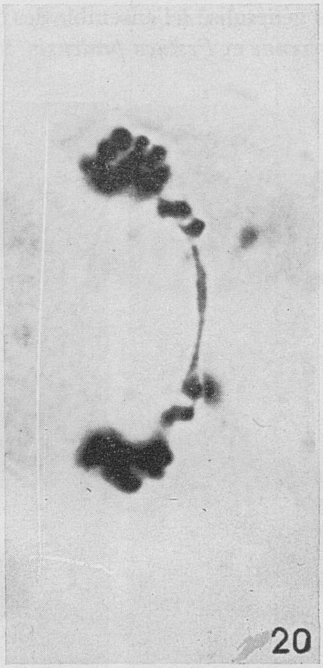


FIG. 19-20. — *Ponts sans fragments chez* Lolium perenne *(L 29)-34 et L* 29-24 (2 000 ×).

Mais de nombreuses formations de ponts sans fragments ont aussi été observées tant chez les hybrides que chez les espèces parentes et il semble que ces formations diffèrent dans ces deux catégories de plantes.

Dans les espèces, les ponts de chromatine présentent une structure relativement uniforme (figures 19, 20) qui les apparente aux ponts d'inversion et que ne possèdent pas ceux que nous avons pu observer chez les hybrides (figures 21, 22, 23) où, par contre, la partie médiane du filament chromatinique étiré comporte une masse chromosomique importante. Tout se passe comme si ces ponts résultaient, dans le premier type, de l'étirement d'un chromosome dicentrique ou de deux chromosomes associés par leur extrémité, et dans le deuxième type, de l'étirement de deux chromosomes associés de façon médiane ou sub-terminale par suite d'un *arrêt de la terminalisation* (figure 25). Cette inhibition pourrait se résoudre dans certains cas par un simple *décrochage interstitiel* des partenaires, comme dans le cas de la figure 24, mais aussi peut-être par une *rupture* (figure 26).

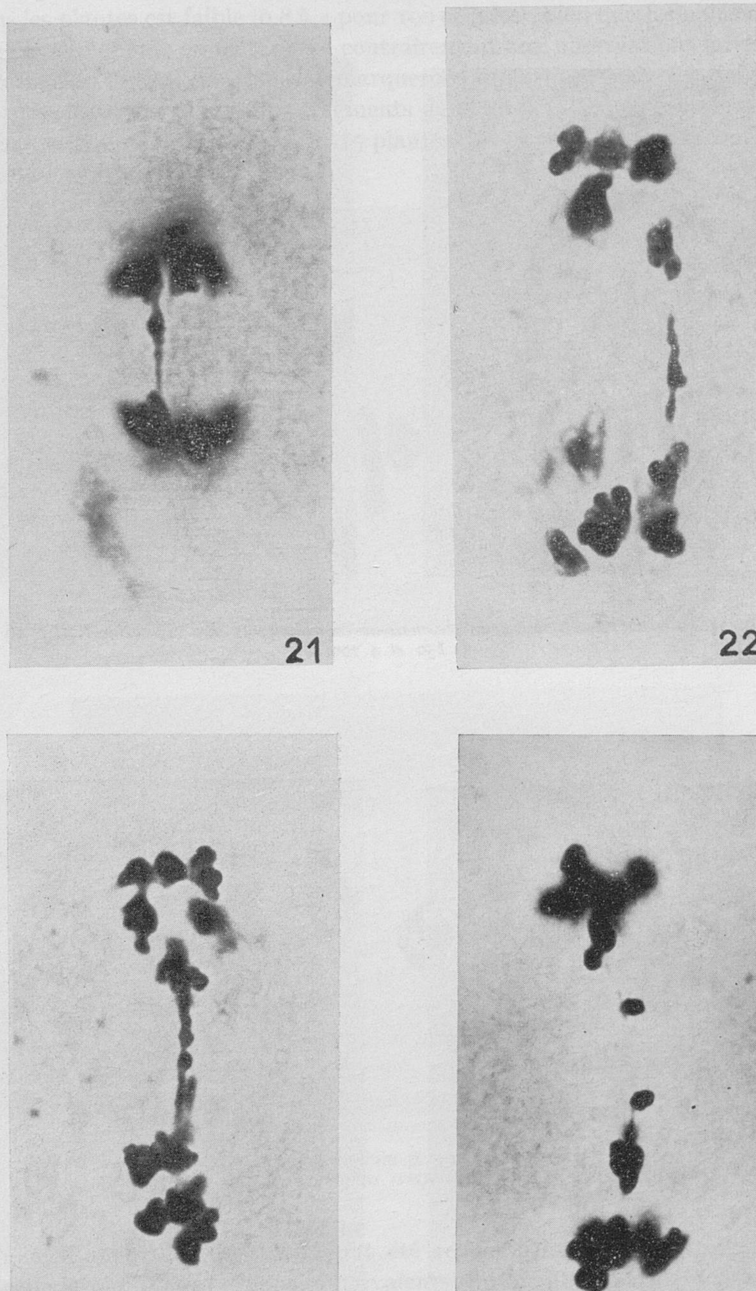


FIG. 21-22-23-24. — *Ponts sans fragments chez l'hybride F_1 LF 15* (2 000 ×).

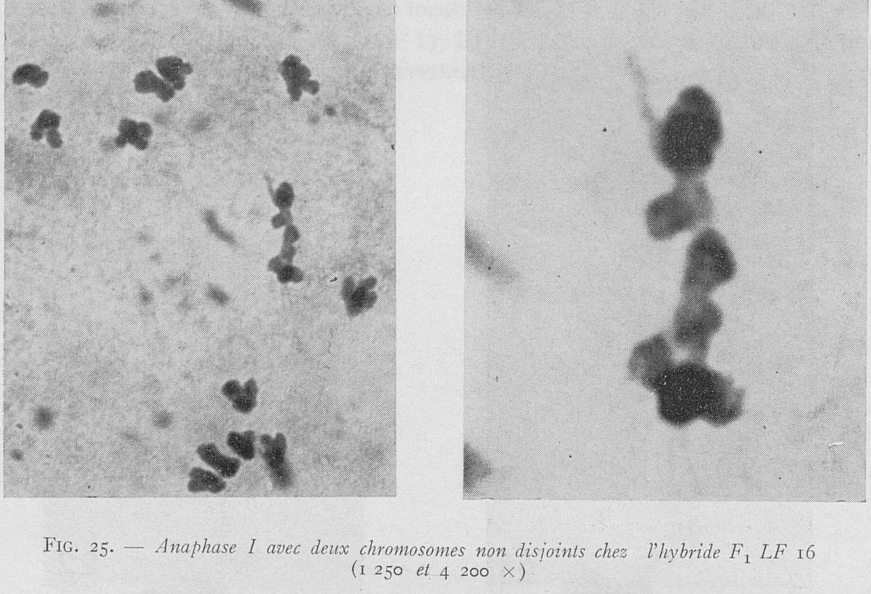


FIG. 25. — *Anaphase I avec deux chromosomes non disjoints chez l'hybride F_1 LF 16* (1 250 *et* 4 200 ×)

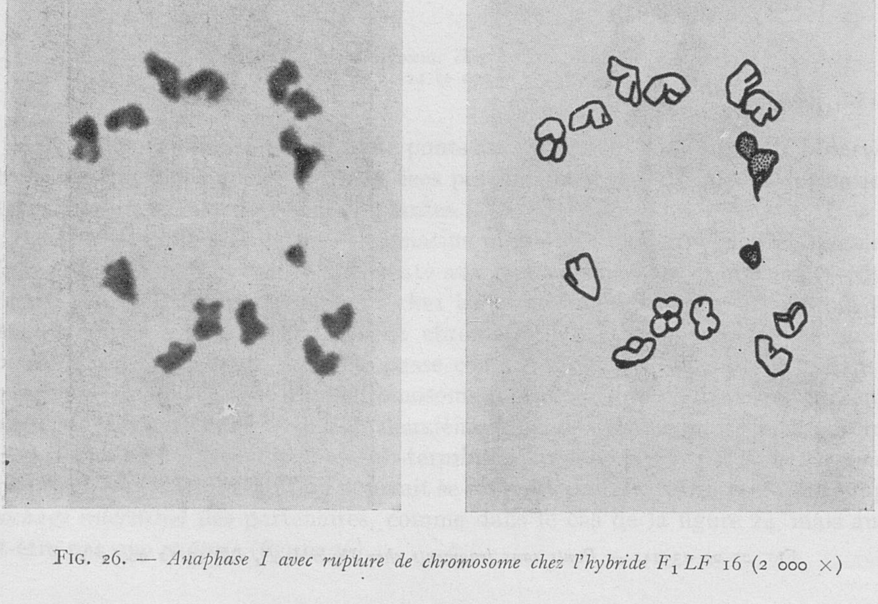
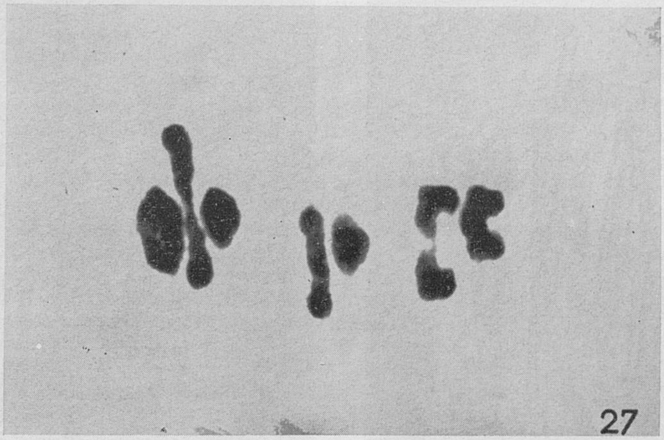


FIG. 26. — *Anaphase I avec rupture de chromosome chez l'hybride F_1 LF* 16 (2 000 ×)

Si ces ponts ont été observés chez tous les hybrides F_1, leur fréquence d'apparition dans les plantes est faible (0,8 à 4 pour 100 cellules), bien que les chiasmas interstitiels soient fréquents en métaphase contrairement aux observations faites chez les parents (figures 27, 28, 29). Nous remarquerons aussi que, malgré la fréquence de plantes présentant des ponts sans fragments dans les familles parentes leur présence n'a pu être mise en évidence dans les 15 plantes des populations naturelles signalées plus haut.



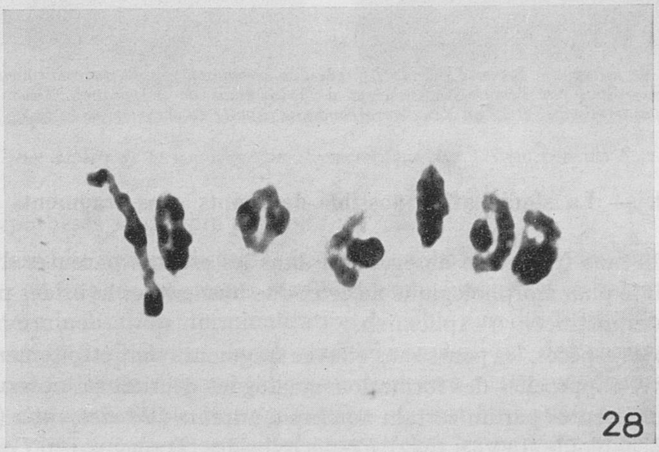


FIG. 27–28. — *Métaphases I chez* Lolium perenne (L 29)-25 *et l'hybride F_1 LF* 15. *Noter la terminalisation plus complète du* Lolium (2 000 ×)

D'autres anomalies de méiose ont été relevées dans quelques plantes issues d'autofécondation : *misdivisions* d'univalents en anaphase I ou de descendants d'univalents en anaphase II ; *plasmodes* chez la Fétuque (M 115)-3 ; cellules-mères de pollen *tétraploïdes* chez les Fétuques (M 115)-1 et (R 13)-2 (respectivement 2 anaphases et une métaphase hétérotypiques). De telles tendances de doublement chromosomique ne semblent pas exceptionnelles dans ce matériel, même chez les *Lolium*

où la différenciation spécifique s'est réalisée exclusivement au niveau diploïde. C'est ainsi que *Lolium perenne* S 42 forme assez régulièrement des cellules mâles non réduites (figures 30, 31) et que nous avons découvert dans nos pépinières un *Lolium* 4*n* et un *Festuca pratensis* mixoploïde.

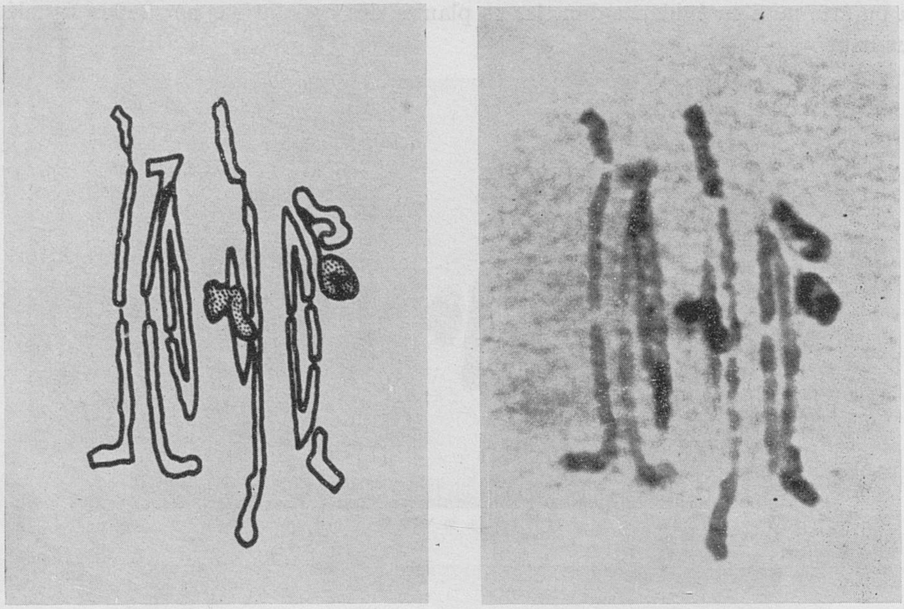


FIG. 29. — *Fin de métaphase I chez l'hybride LF* 18. *Les chromosomes sont anormalement étirés dans un cytoplasme non altéré par l'écrasement inhérent à la technique de préparation. Deux chiasmas proximaux n'ont pas terminalisé et à l'un d'eux correspond une rupture du chromosome* (2 000 ×).

D. — La signification possible des ponts sans fragments

Les ponts sans fragments observés ici dans les espèces parentes diffèrent assez nettement sur le plan morphologique de ceux que forment les hybrides pour autoriser deux tentatives distinctes d'explication.

1° Dans les espèces, les ponts sans et avec fragments sont étroitement semblables et peuvent être rapprochés des formations analogues décrites ou observées dans des espèces très différentes par un certain nombre d'auteurs : *Tradescantia* (DARLINGTON 1937 *b*), *Secale* haploïde (LEVAN 1942), *Crepis* hybrides (TOGBY 1943), *Triticum vulgare* descendants de plantes irradiées (Mc KEY 1954), *Hordeum vulgare* (DOMMERGUES, communication personnelle). Mis à part le cas des *Triticum* et des *Secale* où les ponts sans fragments pourraient provenir d'une inhibition terminale ou sub-terminale de la terminalisation, il semble que soit tout à fait valable l'hypothèse formulée par DARLINGTON (1937 *b*) d'un masquage apparent ou réel du fragment formé à la suite d'un crossing-over dans une boucle d'inversion paracentrique : masquage apparent résultant de la petitesse extrême du fragment ou juxtaposition, avec ou sans association, du fragment et du pont ou d'un chromosome. De telles causes ont été illustrées par TOGBY (1943) sur un matériel particulièrement bien étudié et favorable.

2° On retrouve des formations semblables aux ponts sans fragments des hybrides *L. perenne* × *F. pratensis* dans des figures d'anaphases représentées par certains auteurs travaillant sur du matériel végétal ou animal terminalisant peu ou pas jusqu'en métaphase (par ex. Larter 1932 sur *Ranunculus Ficaria*, Koller et Darlington 1934 sur *Rattus norvegicus*), ainsi que dans des hybrides entre variétés éloignées d'*Oryza sativa* (Hsieh et Oka 1958, Yao, Henderson et Jodon, 1958).

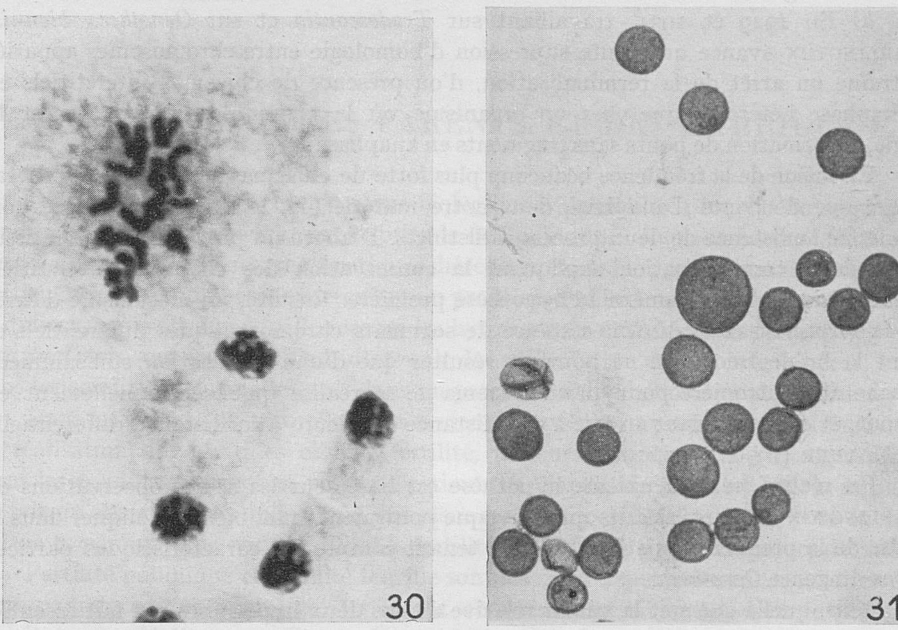


Fig. 30-31. — *Deux aspects de la non-réduction chromosomique chez* Lolium perenne *S* 42. (970 et 195 ×

Deux hypothèses sont alors possibles :

a) La mauvaise terminalisation des chiasmas observables en métaphase et la formation des ponts sans fragments résultent exclusivement d'un ralentissement des processus de terminalisation : terminalisation de faible amplitude jusqu'en métaphase, puis disproportion des vitesses de séparation anaphasique des chromosomes et de terminalisation. La cause d'un tel processus peut être génétique, comme ce serait le cas pour les espèces à faible terminalisation et peut-être aussi pour les hybrides, lorsque de tels phénomènes ne se produisent pas chez les parents. Mais on peut aussi mettre en cause chez les hybrides une action localisée résultant de remaniements différentiels des chromosomes parentaux, ces remaniements hétérozygotes provoquant soit une réduction des forces de répulsion prophasiques entre chromosomes appariés, soit, comme le postule Mc Key (1954) un accroissement des forces de friction, soit les deux. Or, d'après les analyses métaphasiques $2n$ et $4n$ exposées plus haut, de tels segments différentiels ne pourraient qu'être de dimensions très réduites et en nombre restreint, par conséquent strictement localisés.

Si l'on admet dans le cadre des théories de Darlington (1937 *a*), l'hypothèse de la réduction des forces de répulsion, la localisation des segments différentiels doit

être sub-centromérique pour des raisons d'efficacité. Une telle localisation s'impose aussi si l'on admet l'hypothèse de l'accroissement des forces de friction en raison de la position proximale fréquente des chiasmas observés. Ces deux interprétations ne sont donc pas incompatibles et les causes invoquées peuvent même se renforcer tout en restant conformes aux faits avancés par MARQUARDT (1948) sur *Oenothera Hookeri* et selon lesquels le glissement centrifuge des chiasmas n'est pas arrêté entre segments non homologues.

b) En 1929 et 1931, travaillant sur *Tradescantia* et sur *Oenothera biennis*, DARLINGTON avance que toute supression d'homologie entre chromosomes appariés entraîne un arrêt de la terminalisation, d'où présence de chiasmas interstitiels en métaphase hétérotypique chez un organisme où la terminalisation totale est la règle, et formation de ponts sans fragments en anaphase I.

En raison de la fréquence beaucoup plus forte de chiasmas interstitiels en métaphase que de ponts d'anaphase dans notre matériel, la deuxième hypothèse doit admettre l'existence de deux processus distincts. D'abord un processus de ralentissement de la terminalisation expliquant la conservation des chiasmas interstitiels métaphasiques et qui ramène à l'hypothèse première. Ensuite, un mécanisme d'arrêt de la terminalisation dû à l'existence de segments chromosomiques différentiels et dont la faible fréquence ne pourrait résulter que d'une localisation suffisamment proche du centromère pour qu'un chiasma ne se réalise qu'exceptionnellement en amont, et correspondant en fait à une distance inférieure à la distance différentielle de MATHER (1936, 1937, 1940).

En réalité, cette deuxième hypothèse est basée sur les seules observations de DARLINGTON (l. c.) et les faits qu'il invoque pourraient aussi bien s'expliquer dans le cadre de la première hypothèse tout en tenant compte des caractéristiques particulières du genre *Oenothera*.

Mais, quelle que soit la valeur relative de nos deux hypothèses, un fait essentiel demeure : *si la cause de ces phénomènes de non-terminalisation est structurale*, les segments différentiels doivent être en position proximale et l'absence d'appariement différentiel serait alors attribuable à un appariement primaire indéterminé ou plus probablement proterminal comme il serait de règle chez *Secale cereale* (LAMM 1936, LEVAN 1942).

Conclusion

De l'étude qui précède, nous pouvons tirer les points essentiels suivants qui caractérisent les relations chromosomiques de *Lolium perenne* et *Festuca pratensis*.

1° La probabilité d'appariement des chromosomes de l'hybride F_1 est légèrement mais significativement plus faible que celle des espèces parentes.

2° Cette légère asyndèse ($p = 0{,}968$ contre 0,993) ne semblerait pas due à des différences de structure des chromosomes parentaux étant donné que la méiose amphidiploïde ne présente aucun appariement différentiel perceptible et que cette asyndèse s'y manifeste encore.

3° Les intensités de liaisons, exprimées par le paramètre l (rapport des bivalents en anneaux au nombre total de bivalents) sont légèrement supérieures, mais non significativement différentes de celles des parents. On peut en conclure à l'absence d'obstacles importants à la formation des chiasmas entre chromosomes appariés.

4° Il est possible qu'une petite inversion paracentrique différencie les génomes des deux espèces. Mais en raison de la fréquence de ces remaniements dans les espèces parentes, ce point reste à confirmer par l'étude de nouveaux hybrides.

5° Une fréquence faible mais constante d'arrêts de terminalisation a été observée chez les hybrides. Ces arrêts de terminalisation pourraient correspondre à l'existence de petits segments différentiels situés en position proximale sur une ou plusieurs paires de chromosomes.

V. LA FERTILITÉ DES PARENTS ET DES HYBRIDES F_1

D'une façon générale, l'importance biologique de la fertilité provient de ce qu'elle conditionne pour une bonne part l'aptitude de l'individu à imposer sa descendance, c'est-à-dire ses propres caractéristiques héréditaires, à la population dont il fait partie. Ceci correspond très exactement au problème fondamental qui nous préoccupe et qui est de savoir dans quelle mesure les hybridations entre *Lolium perenne* et *Fesțuca pratensis* sont suceptibles d'intervenir dans l'évolution de ces deux espèces, soit dans les conditions naturelles, soit dans un programme d'amélioration des plantes.

Dans les conditions naturelles, ceci revient à apprécier en premier lieu la fréquence de réalisation des hybrides et leur fertilité, facteurs essentiels de l'introgression. Dans les conditions imposées par le sélectionneur, l'aptitude à l'hybridation initiale du fait qu'elle n'est pas nulle prend une place secondaire dans le problème posé en raison de la pérennité de ces plantes et la fertilité de l'hybride y devient prépondérante.

Fertilité pollinique et fertilité femelle sont les deux aspects complémentaires de cette caractéristique évolutive. Ils seront abordés successivement dans le présent chapitre, sans négliger pour autant leurs relations possibles, dans et entre les espèces parentes ainsi que chez les hybrides F_1.

A. — Fertilités polliniques

1. Précision et constance des mesures

Les fertilités polliniques ont été établies sur préparations colorées suivant la technique indiquée au chapitre II.

Les principales causes de variations susceptibles de modifier les pourcentages de bon pollen considérés comme des caractéristiques individuelles de plantes, sont, pour le matériel étudié ici :

1° Les erreurs d'échantillonnage sur la population de pollen représentée par un prélèvement ;

2° les variations entre prélèvements effectués à l'intérieur d'un clone, ou pour une même plante, pour une seule date de prélèvement ;

3° des dates de prélèvements différentes au cours d'une même période de floraison ; ou

4° entre années.

Les indications suivantes ne représentent qu'une analyse restreinte de ces causes de variation, mais sont toutefois susceptibles d'autoriser une estimation du degré de confiance à accorder aux différents pourcentages de fertilité pollinique obtenus pour l'ensemble des plantes de notre matériel.

Un premier sondage a été réalisé à la même date, sur trois clones : *Lolium perenne* S 42, *Festuca pratensis* R 13 et F_1 LF 15 : sur trois plantes différentes de chaque clone ont été effectués trois prélèvements de pollen. Les dénombrements ont donné les chiffres suivants (Antibes 1959) :

S 42	68	66	67
R 13	91	92	91
LF 15	1,6	1,3	0

On remarque la grande stabilité des valeurs obtenues pour les deux premiers clones et, si la variation relevée chez LF 15 est faible en valeur absolue, le passage d'une fertilité si faible soit-elle à une stérilité totale manifeste un hiatus important. Il est intéressant de noter qu'à cet égard le comportement de LF 15 sur plusieurs années est analogue à celui observé sur ces prélèvements simultanés (tableau 15).

TABLEAU 15

Variations annuelles de la fertilité pollinique

	1954	1956	1957	1958	1959	1960	Σ	$\bar{x}$
L 29	73	68	56	28	73	43	341	56,83
S 42	79	74	70	47	67	48	385	64,17
S 52	83	94	90	84	70	95	516	86,00
(L 29) — 5 4*n*	78	91	26	—	—	—	195	65,00
LF 15	0,3	1,1	0	—	0	—	1,4	0,35
LF 16	0,3	5,8	2,0	0,5	1,6	—	10,2	2,04
LF 16 4*n*	—	57	25	21	—	55	158	39,50

Le tableau 15 donne un aperçu des variations qu'il est possible d'enregistrer entre années sur la fertilité pollinique de clones apparemment stables par ailleurs. Ces variations sont habituellement importantes et peuvent même dans certain cas aller du simple au double et même davantage, en balayant une partie importante de l'échelle des pourcentages. Malgré les quelques lacunes du tableau, un effet « Années » semble assez nettement indiqué en 1956 et 1958 où les fertilités sont dans leur ensemble élevées et réduites, respectivement. Par ailleurs, il existe vraisemblablement aussi, une interaction « Plantes × Années » qui se manifeste par exemple dans la succession des variations annuelles relevées pour S 42 et S 52.

Le tableau 16 récapitule l'ensemble des données recueillies sur 11 clones dont les fertilités polliniques ont été déterminées à partir de deux prélèvements effectués à 10 jours d'intervalle et sur chacun desquels trois dénombrements indépendants ont été faits.

Du tableau d'analyse de la variance obtenu à partir de cet essai, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° l'effet « Date de prélèvement » comparé à la variation due aux dénombrements eux-mêmes (résiduelle) n'est pas significatif pour l'ensemble des plantes.

TABLEAU 16

Fertilités polliniques dans une même année. 2 dates de prélèvement espacées de 10 jours, 1957
3 comptages de 400 à 500 GP

	Prélèvements A			X_{DP}	$\bar{x}_{DP}$	Prélèvements B			X_{DP}	$\bar{x}_{DP}$	X_P	$\bar{x}_P$
L 13	86	91	91	268	89,333	92	93	86	271	90,333	539	89,833
L 29	67	65	59	191	63,666	62	55	60	177	59,000	368	61,333
(L 29) — 5 4n ...	42	33	33	108	36,000	41	56	48	145	48,333	253	42,166
(L 29) — 9	93	94	95	282	94,000	95	91	91	277	92,333	559	93,166
S 42............	64	66	69	199	66,333	74	77	73	224	74,666	423	70,500
S 52............	94	94	94	282	94,000	95	96	95	286	95,333	568	94,666
(S 52) — 4	90	91	92	273	91,000	91	90	88	269	89,666	542	90,333
(S 52) — 6	94	95	97	286	95,333	95	95	96	286	95,333	572	95,333
M 115	93	95	95	283	94,333	92	94	94	280	93,333	563	93,833
M 160	45	41	43	129	43,000	46	42	48	136	45,333	265	44,166
LF 16 4n	36	37	31	104	34,666	24	24	24	72	24,000	176	29,333
X_D			2 405					2 423			4 828 = X	
$\bar{x}_D$			72,878					73,424			$\bar{x}$ = 73,151	

Origine de la variation	Somme des carrés	Degrés lib.	Variance	F		s_x
Effet principal						
Date de prélèvement.....	4,914	1	4,914	1,72	NS	2,21
Plante	37 342,622	10	3.734,262	439,99	S	61,10
Interaction Date-Plante	552,005	10	55,200	6,50	S	7,42
Résiduelle............	373,431	44	8,487			2,91
Totale	38 272,972	65	588,814	—		

2° il existe cependant une interaction significative « Date × Plantes », ce qui autorise à penser que l'effet « Date de prélèvement » peut intervenir pour modifier significativement la valeur pollinique dans le cas de certaines plantes. Entrent dans cette catégorie, outre *L. perenne* S 42, les deux souches tétraploïdes analysées.

3° l'erreur inhérente aux dénombrements eux-mêmes est relativement faible : l'écart-type obtenu pour les pourcentages est en effet de 2,91. On peut donc admettre que la valeur obtenue pour chaque dénombrement est valable à 6 p. 100 près.

En résumé, on peut considérer que l'erreur commise en calculant les pourcentages de fertilité pollinique d'une plante sur 400 à 500 grains d'un seul prélèvement est négligeable par rapport à l'effet « Année de prélèvement ».

2. Relations entre la fertilité pollinique et la déhiscence staminale

Si la fertilité pollinique se trouve être l'expression génétique la plus importante de la fertilité mâle, celle-ci se manifeste extérieurement par la déhiscence des étamines. Nous avons vu (chapitre II) que la déhiscence staminale n'est pas un phénomène de tout-ou-rien et qu'en fait, nous avons été amené à considérer six classes de déhiscence. Une telle gradation de ce phénomène pouvait laisser supposer que des relations assez étroites étaient susceptibles d'unir ce caractère à la fertilité pollinique et c'est ce que nous avons essayé de préciser dans ce paragraphe.

Une seule famille des espèces parentes présente une variation suffisante des fertilités mâles pour permettre une telle étude (L 29), c'est pourquoi nous avons aussi considéré ici trois autres familles sur lesquelles nous reviendrons plus loin et qui correspondent à des générations postérieures à la F_1.

Le tableau 17 indique les résultats obtenus : les quatre premières tables de corrélation montrent les liaisons existant à l'intérieur des quatre familles étudiées, l'ensemble des données étant regroupé dans la dernière table. Ont été portées en abscisses les classes de déhiscence (chapitre II) et en ordonnées les fertilités polliniques correspondantes. Chaque couple de mesures correspond aux observations d'une même année.

TABLEAU 17

Liaison Fertilité pollinique — Déhiscence staminale

Lolium perenne Famille L 29

	0	1	2	3	4	5
> 70 % ..						1
60-69						2
50-59						3
40-49						
30-39						2
20-29						
10-19		1				1
1-9		2		1		
< 1 % ...		7	2			

Famille R_1L (LF 15 × L 29)

	0	1	2	3	4	5
> 70 % ..				1		6
60-69					3	3
50-59				1		1
40-49						3
30-39				1		5
20-29				1		3
10-19		3		3	2	3
1-9		1	1		1	1
< 1 % ...		8				

Famille R_1L (LF 16 × S 52)

	0	1	2	3	4	5
> 70 % ..						13
60-69						3
50-59					1	2
40-49						6
30-39						
20-29						
10-19		1			1	1
1-9					1	
< 1 % ...						

Famille $R_1 L \times R_1 L$ [(15 × 42) -4 × (15 × 42) -3]

	0	1	2	3	4	5
> 70 % ..						2
60-69						2
50-59				1		1
40-49						1
30-39					1	6
20-29				1	4	2
10-19		4		2	3	4
1-9		2	5	3	2	
< 1 % ...	5	10	1	2		

Récapitulation

	0	1	2	3	4	5
> 70 % ..				1		22
60-69					3	10
50-59				2	1	7
40-49						10
30-39				1	1	13
20-29				2	4	5
10-19		9		5	6	9
1-9		5	6	4	4	
< 1 % ...	5	25	3	2		

En ordonnées, les fertilités polliniques exprimées en pourcentages de pollen apparemment normal ; en abcisses, les classes de déhiscence staminale. (0 = étamines vides, 1 = étamines indéhiscentes, 5 = déhiscence complète).

Il apparaît nettement que les distributions sont très voisines dans ces familles d'origines génétiques différentes et que par conséquent le mécanisme qui relie les deux caractères est probablement identique dans l'ensemble du matériel représenté ici qui couvre les générations F_0, F_2 et F_3 des hybrides *Lolium perenne* ♀ × *Festuca pratensis* ♂. La F_1 se situe régulièrement dans la classe de déhiscence 1 avec des fertilités polliniques allant de 0 à quelques unités pour 100.

Il ressort aussi de ces observations que fertilité pollinique et déhiscence staminale ne sont liées que d'une façon assez lâche qui rend assez aléatoire toute tentative d'apprécier un de ces caractères par l'autre. D'une façon globale, il est seulement possible d'affirmer que :

1° Une déhiscence parfaite des étamines est possible à partir de 10 p. 100 de pollen normalement constitué.

2° Des étamines parfaitement indéhiscentes peuvent renfermer jusqu'à 20 p. 100 de pollen apparemment viable.

Il est vraisemblable que les facteurs susceptibles d'influer sur la déhiscence staminale sont ici plus nombreux que dans d'autres matériels végétaux tels que les

hybrides de *Triticum* et *Agropyrum* étudiés par JOHNSON (1938). Cet auteur observe en effet que les étamines sont indéhiscentes pour des fertilités polliniques inférieures à 20 p. 100 et que la déhiscence est acquise pour des fertilités polliniques supérieures à

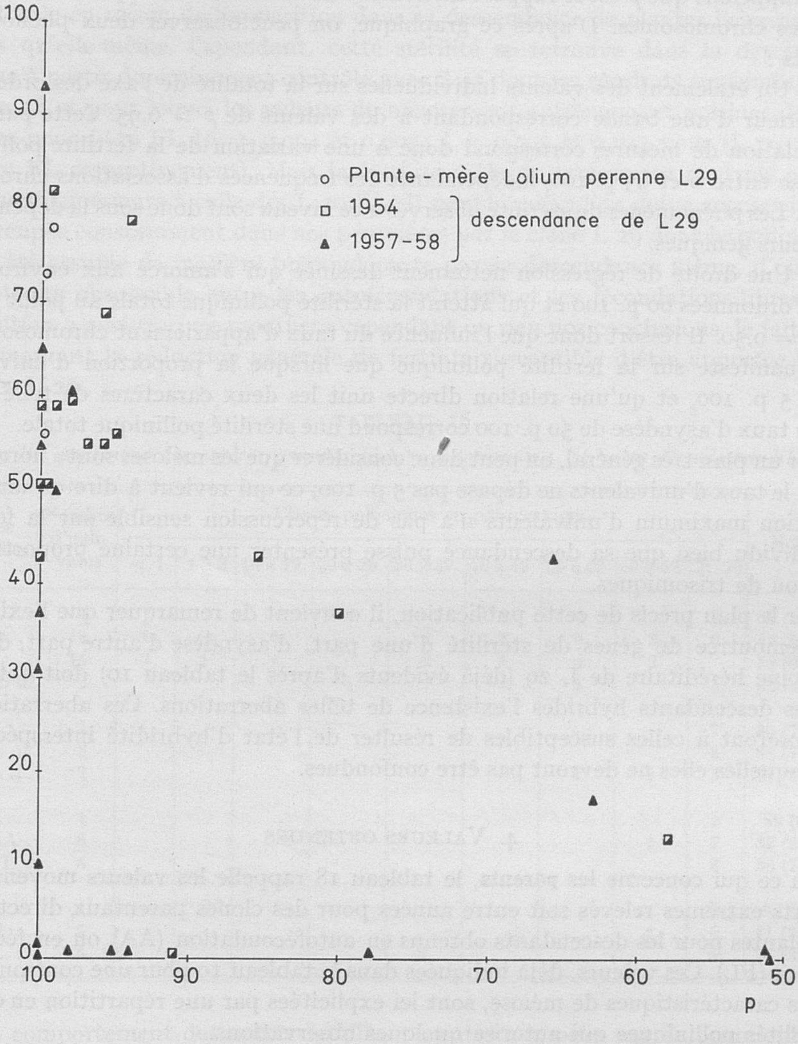


FIG. 32. — *Relations entre l'asyndèse et la fertilité pollinique dans la famille L 29. En ordonnées les fertilités polliniques ; en abscisses les valeurs de* p *(probabilités d'appariement en métaphase)*

30 p. 100. La liaison des deux caractères se trouve vraisemblablement altérée dans notre matériel par des caractères complémentaires tels que texture des enveloppes staminales et degré de remplissage des sacs polliniques, ce dernier caractère pouvant dépendre du nombre de grains de pollen formés ainsi que de leur taille.

3. Relations entre la fertilité pollinique et la méiose

Le graphique suivant (figure 32) montre les relations existant entre la fertilité pollinique et les associations métaphasiques à l'intérieur de la famille *Lolium perenne* L 29. Rappelons que p est le rapport du nombre de chromosomes appariés au nombre total des chromosomes. D'après ce graphique, on peut observer deux phénomènes distincts :

a) Un étalement des valeurs individuelles sur la totalité de l'axe des ordonnées à l'intérieur d'une bande correspondant à des valeurs de $p > 0{,}95$. Cette partie de la population de mesures correspond donc à une variation de la fertilité pollinique comprise entre 0 et 93 p. 100, indépendante des fréquences d'associations chromosomiques. Les phénomènes de stérilité observés à ce niveau sont donc sous la dépendance de facteurs géniques.

b) Une droite de régression nettement dessinée qui s'amorce aux environs du point d'ordonnées 60 p. 100 et qui atteint la stérilité pollinique totale au point d'abscisse $p = 0{,}50$. Il ressort donc que l'influence du taux d'appariement chromosomique ne se manifeste sur la fertilité pollinique que lorsque la proportion d'univalents atteint 5 p. 100, et qu'une relation directe unit les deux caractères de telle façon qu'à un taux d'asyndèse de 50 p. 100 correspond une stérilité pollinique totale.

Sur un plan très général, on peut donc considérer que les méioses sont « normales » lorsque le taux d'univalents ne dépase pas 5 p. 100, ce qui revient à dire qu'une telle proportion maximum d'univalents n'a pas de répercussion sensible sur la fertilité de l'individu bien que sa descendance puisse présenter une certaine proportion de mono- ou de trisomiques.

Sur le plan précis de cette publication, il convient de remarquer que l'existence ainsi démontrée de gènes de stérilité d'une part, d'asyndèse d'autre part, dans le patrimoine héréditaire de L 29 (déjà évidents d'après le tableau 10) doit entraîner chez ses descendants hybrides l'existence de telles aberrations. Ces aberrations se superposeront à celles susceptibles de résulter de l'état d'hybridité interspécifique avec lesquelles elles ne devront pas être confondues.

4. Valeurs obtenues

En ce qui concerne les **parents**, le tableau 18 rappelle les valeurs moyennes et les écarts extrêmes relevés soit entre années pour des clones parentaux directs, soit entre plantes pour les descendants obtenus en autofécondation (AA) ou en fécondation libre (FL). Ces valeurs, déjà indiquées dans le tableau 10 pour une confrontation avec les caractéristiques de méiose, sont ici explicitées par une répartition en classes de fertilités polliniques qui autorise quelques observations.

Tout d'abord, il convient de réserver une discussion particulière à la famille L 29 dans son ensemble. La souche parente L 29 manifeste une sensibilité particulière à l'effet « Années », telle que sa fertilité, au cours de 7 années d'observations, plafonne à 78 p. 100 et a pu atteindre une valeur minimum de 28 p. 100. L'existence démontrée *supra* de facteurs génétiques de stérilité d'une part, d'asyndèse d'autre part, se manifeste ici dans l'étalement des fertilités de la descendance. Mais, le phénomène le plus frappant exprimé dans ce tableau est la similitude des distributions des fertilités entre les fécondations libres et les autofécondations. Or, les précautions prises

au cours des manipulations et le contrôle rendu possible par les différences de grainage entre autofécondations et fécondations libres (du fait d'une très forte auto-incompatibilité de ce matériel dans son ensemble) rendent difficilement acceptables des possibilités d'erreur. On peut aussi noter que la plante L 29 manifeste directement l'existence d'une certaine stérilité sans que l'on puisse parler d'une dominance génétique totale en raison de l'apparition dans sa descendance de plantes beaucoup plus stériles qu'elle-même. Cependant, cette stérilité se retrouve dans la descendance obtenue à partir du croisement contrôlé avec S 42 dont les résultats sont indiqués au tableau 18 et pour lequel les valeurs de méiose sont extrêmement voisines de celles relevées pour L 29 FL (p = 0,994 et 0,993 ; l = 0,705 et 0,643 pour (L 29 × S 42) et L 29 FL respectivement). Mais la fertilité mâle du croisement contrôlé est très nettement supérieure à celle des L 29 FL. Il semble qu'ici l'on doive accuser la position occupée constamment dans nos pépinières par le clone L 29 dont la pollinisation aurait été assurée de manière prépondérante par sa descendance même, d'où l'analogie étroite observable entre les autofécondations et les fécondations libres. Cette vérification *a posteriori* ne modifiera cependant en rien nos conclusions, le fait essentiel demeurant la réduction générale de fertilité susceptible d'être apportée par les gamètes L 29.

TABLEAU 18

Fertilité pollinique des espèces parentes (AA = *autofécondé ; FL = en fécondation libre.*)

Plantes ou familles	Nombre d'individus	Classes polliniques en pourcentages									Moyennes
		< 1	1 à 9	10 à 19	20 à 29	30 à 39	40 à 49	50 à 59	60 à 69	⩾ 70	
L 29	1				1		1	1		4	57 (28 à 73)
L 29 AA...	18			2		1	2	4	2	3	43 (0,5 à 82)
L 29 FL ..	14	3	1	1		2	1	4	2		33 (0,5 à 65)
L 29 × S 42	9				1	1	1	1		5	62 (29 à 92)
S 52........	1									7	85 (70 à 94)
S 52 AA ...	8									8	88 (70 à 95)
S 52 FL ...	7							1	1	5	79 (56 à 93)
M 115......	1									2	89 (89, 90)
M 115 AA	8								1	7	82 (60 à 97)
M 115 FL .	8									8	86 (75 à 93)
R 13	1									2	93 (93, 93)
R 13 AA ..	5								1	4	81 (69 à 93)
R 13 FL...	6					1				5	76 (33 à 95)

Le comportement des autres familles parentes n'appelle pas de commentaires : les fertilités sont bonnes mais on relève cependant l'existence occasionnelle de descendants à fertilité réduite. Dans l'ensemble, sur 45 plantes, deux seulement présentent une fertilité pollinique inférieure à 60 p. 100, limite dont une seule se détache nettement avec 33 p. 100 de bon pollen.

Les **hybrides F_1 2n** ont une fertilité pollinique presque nulle : les valeurs relevées sur les 5 clones étudiés oscillent autour de 1 p. 100 (tableau 10 et paragraphe A1 du présent chapitre) avec une valeur exceptionnellement élevée de 5,8 p. 100 en 1956 pour LF 16. Les étamines sont toujours indéhiscentes. Ces résultats s'accordent

parfaitement avec ceux qu'a obtenus REUSCH (1959 *a*) sur 8 hybrides d'ascendance maternelle *Lolium perenne* dont les fertilités polliniques s'échelonnent de 0,8 à 6,2 pour 100. Un hybride analogue obtenu par JENKIN et analysé par PETO (1933) présentait par contre une fertilité de 13 p. 100.

La fertilité pollinique des **amphidiploïdes,** sans être parfaitement normale devient suffisante, pour assurer la pollinisation en association avec une déhiscence staminale variable ; la déhiscence de ces étamines est en effet très sensible aux fluctuations thermiques et hygroscopiques de l'air, mais par belles journées chaudes et sèches, les anthères éclatent tout à fait normalement. La fertilité pollinique relevée pour LF 15 4*n* a été de 25 p. 100. en 1956. Ce clone est mort l'année qui a suivi son obtention, par incapacité à émettre de nouvelles racines malgré diverses tentatives de traitements comprenant l'utilisation de substances rhizogènes ou la culture en solution nutritive de HOAGLAND et ARNON. Les fertilités polliniques relevées pour LF 16 4n au cours d'années successives sont données au tableau 15 et correspondent à une fertilité moyenne de 39 p. 100.

B. — Fertilités femelles

1. DÉFINITION ET MÉTHODES DE MESURE : LIMITATIONS

Même si l'on suppose un apport de pollen suffisamment régulier et abondant les estimations des fertilités femelles sont très imprécises et d'un abord très délicat En effet, sur le plan génétique de la plante-mère, la fertilité femelle est la fertilité strictement ovulaire. Mais celle-ci se trouve être insaisissable directement. Or, s'il est admissible de l'assimiler au grainage (c'est-à-dire au rapport du nombre de graines formées au nombre de fleurs considéré) lorsqu'on a des raisons de penser que la létalité zygotique et embryonnaire est inexistante, il n'en est plus de même lorsqu'une mortalité quelconque se manifeste, ou est susceptible de se manifester entre la fécondation des ovules et la maturité des caryopses. Le grainage est alors la représentation globale de deux phénomènes totalement différents quant à leur signification : une mortalité gamétophytique fondée sur la nature et la répartition des facteurs nucléoplasmiques de la femelle, et une mortalité sporophytique résultant de la combinaison des apports mâle et femelle. Mais alors la mortalité sporophytique considérée est incomplète puisqu'une proportion notable de mortalité peut encore se manifester entre la germination et l'état adulte des plantes, c'est-à-dire pratiquement jusqu'au stade « tallage ». Ceci est d'autant plus significatif qu'un certain nombre de caryopses apparemment normaux peuvent ne pas comporter d'embryon. Le grainage ne marque donc qu'une étape fallacieuse dans le cours des manifestations de la fertilité femelle.

Par ailleurs, si l'on se place sur le plan de l'évolution, le facteur prépondérant devient non pas seulement la fertilité ovulaire, le grainage ou la proportion de plantes adultes, mais la fréquence de plantes adultes *fertiles*.

Nous avons donc essayé de serrer d'aussi près que possible les différentes étapes de cette fertilité, notamment en ce qui concerne les hybrides F_1 pour lesquels ces diverses manifestations de létalité sont particulièrement importantes.

2. Valeurs obtenues

Le tableau 19 récapitule l'ensemble des fertilités femelles recueillies sur les parents en fécondation libre ou en croisements interspécifiques contrôlés ainsi que sur les hybrides F_1 en recroisement par l'un ou l'autre des parents.

En vue d'une comparaison approximative des fertilités observées dans les hybridations initiales et des fertilités relevées dans les autres catégories de croisements, libres ou contrôlés, on peut admettre en moyenne l'existence de quatre fleurs fertilisables par épillet. En conséquence, les fertilités des hybridations initiales *Lolium perenne* ♀ × *Festuca pratensis* ♂, calculées d'après le nombre de fleurs castrées et pollinisées, peuvent être ramenées à une valeur de 6 caryopses pour 100 épillets. Cette fertilité est donc, *en l'absence de toute compétition pollinique*, environ 40 fois plus faible que celle des parents en fécondation libre, considérés comme témoins. Les pourcentages de germination sont extrêmement faibles (1,92 p. 100 contre 87 p. 100 chez les parents). Par contre, aucune mortalité ne s'est manifestée pour les plantules germées : les caryopses hybrides ont ou n'ont pas d'embryon, les embryons germent ou ne germent pas, mais lorsque la germination a lieu les jeunes plantes sont parfaitement viables.

Dans le sens *Festuca pratensis* ♀ × *Lolium perenne* ♂, les divers niveaux d'estimation de la fertilité femelle manifestent une réduction sensible par rapport aux niveaux équivalents du croisement inverse, et la fertilité-plantes tombe au quart de la valeur obtenue dans ce dernier cas. Il faut noter aussi que dans ce sens du croisement initial nous avons observé de nombreuses anomalies de développement de l'embryon correspondant soit à la prolifération d'une masse indifférenciée, soit à l'absence de racines ou de tigelle.

La fertilité-graines des hybrides F_1 issus de ♀ *Lolium*, en recroisement par les espèces parentes, reste très faible quoique supérieure à celle des croisements initiaux. Les différences de grainage que l'on constate entre les différentes plantes F_1 sont assez importantes. Les valeurs les plus sûres concernent les plantes LF 15 et LF 16, dont les fertilités ont été déterminées en isolements contrôlés où la pollinisation était excellente. Par contre, les fertilités des plantes LF 17, LF 18 et LF 19 ont été déterminées en fécondation libre dans une pépinière où la pollinisation pouvait être déficiente. Les valeurs obtenues n'ont pas pu être contrôlées, ces plantes ayant disparu pour des raisons diverses (froid, sécheresse).

Les pourcentages de germination sont par contre équivalents dans l'ensemble des hybrides F_1, à l'exception de LF 15 dont les caryopses ont un taux de germination légèrement supérieur (37 p. 100 contre 22 et 25 p. 100). Cette supériorité de la descendance de LF 15 se manifeste encore dans le pourcentage de plantes germées viables qui atteint presque la valeur présentée par les témoins (92 p. 100 contre 96 à 100 p. 100). Le taux de viabilité des embryons développés dans la descendance des autres hybrides F_1, notamment LF16, est extrêmement réduit et contraste avec la caractéristique signalée plus haut des plantules F_1 elles-mêmes. Cette mortalité que l'on constate entre la germination et le tallage, dernier stade critique de l'ontogenèse, atteint soit des plantules apparemment normales, soit des embryons anormaux. Ces derniers se manifestent soit par l'absence de tige ou de racine, soit par une croissance anarchique d'un tissu embryonnaire indifférencié, comme dans le cas du croisement initial dans le sens *Festuca* ♀.

TABLEAU 19

Fertilités ♀ des parents et F_1

	Épillets (ou fleurs)	Caryopses	Car. p. 100 épillets (ou p. 1 000 fleurs)	Caryopses mis à germer	Plantules	% germination	% viabilité des plantules	Plantes pour 100 épillets (ou p. 1 000 fleurs)	Pourcentage du témoin
Parents *Lolium* et *Festuca* FL ...	—	—	255 (116 à 608)	—	—	87 (76 à 95)	98 (96 à 100)	217	100
♀ *L. perenne* × ♂ *F. pratensis* ..	1 720 fl.	260	15,11 pour 1 000 fl.	260	5	1,92	100	2,91 pour 1 000 fl.	0,54
♀ *F. pratensis* × ♂ *L. perenne* ...	4 062 fl.	216	5,31 pour 1 000 fl.	216	3	1,38	100	0,74 pour 1 000 fl.	0,14
♀ F_1 (*L. p.* × *F. p.*) × ♂ *L. perenne*	—	—	12,5	—	—	24,7	78,9	3,25	1,50
LF 15 × *L. perenne*	461	97	21,0	572	212	37,1	92	7,16	3,30
LF 16 × *L. perenne*	1 044	124	11,9	491	108	22,0	61	1,60	0,74
LF 17, LF 18, LF 19 } × *L. perenne*	1 200	56	4,7	48	12	25,0	83,3	0,98	0,45
♀ F_1 (*L. p.* × *F. p.*) × ♂ *F. pratensis*	—	—	8,2	—	—	24,5	—	1,18	0,54
LF 15 × *F. pratensis*	236	23	9,7	206	71	34,5	46,5	1,56	0,72
LF 16 × *F. pratensis*	134	9	6,7	152	18	14,6	83,3	0,81	0,37

La dernière colonne du tableau 19 résume l'ensemble des résultats en indiquant les fertilités exprimées en plantes viables par rapport aux fertilités des parents prises comme indice de référence. A l'exception de LF 15 × *Lolium perenne* dont la valeur relativement forte relève la moyenne de son groupe, toutes les fertilités observées sont très nettement inférieures à 1 p. 100 du témoin.

3. Discussion

Plusieurs auteurs, depuis Jenkin (1933, 1955), ont déjà signalé l'obtention d'hybrides *Lolium perenne* × *Festuca pratensis*. Il s'agit de Crowder (1953) Reusch (1959 *a*), Hertzsch (1960) et Wit (1959). La technique employée par ce dernier auteur rendant difficile une confrontation de ses résultats avec les autres, nous signalerons seulement qu'il a obtenu *un* hybride en pollinisant 17 épis non castrés de *Lolium perenne* par simple ensachage avec des inflorescences de *Festuca pratensis*.

a) *Croisement initiaux*

Dans le sens *Lolium* ♀, les résultats de Reusch ont mis en évidence une influence génotypique nette sur la fertilité. Bien que l'auteur ait trouvé des différences significatives de grainage entre les trois géniteurs *Lolium* employés, les trois pourcentages sont cependant relativement peu différents (72,4 - 76,3 - 79,5 p. 100) et nous pouvons les considérer globalement comme homogènes avec une valeur moyenne de 76 p. 100. Par contre, la différence essentielle entre les trois plantes-mères porte sur les pourcentages de germination des caryopses obtenus, qui sont respectivement de 0 - 11,8 et 47,8 et les pourcentages de plantes viables par rapport aux caryopses mis à germer, de 0 - 7,1 et 30,7 (communication personnelle de l'auteur). Il en résulte une fertilité qui varie ici de 0 à 54 et à 244 plantules pour 1 000 fleurs. Il est intéressant de noter que les différentes fertilités ne sont pas significativement modifiées par l'un ou l'autre des 3 géniteurs mâles utilisés.

Comparés aux résultats de Jenkin (grainage 340 et fertilité-plantes 0,7 pour 1 000 fleurs) et de Hertzsch (grainage 23 et fertilité-plantes 17,5 pour 1 000 fleurs), ceux obtenus par Reusch sont remarquablement élevés. Sur le plan du grainage, les trois plantes-mères *Lolium* sont uniformément beaucoup plus fertiles que celles sur lesquelles ont travaillé Jenkin, Hertzsch ou Crowder 1953 (qui obtient un grainage de 310 p.1000 sur 211 fleurs ; aucune germination) et *a fortiori* les nôtres. En raison de l'homogénéité des résultats obtenus par chacun des auteurs dont les données se prêtent à cette analyse, nous supposons qu'il s'agit davantage ici de différences liées au choix d'une limite inférieure de taille de ce que l'expérimentateur considère comme caryopses que de différences purement génotypiques. Si nous considérons les cas extrêmes : Reusch recueille tous les ovaires ayant subi un début de développement tandis que le présent auteur a éliminé tout ce qui n'était pas nettement développé, ne conservant que les caryopses « d'apparence viable ». Quels que soient les critères employés, un certain choix est nécessaire, étant donné que dans ce croisement on observe tous les intermédiaires entre des ovaires desséchés et des caryopses absolument normaux sans que ceux-ci soient pour autant assurés de germer.

Nous reportant donc d'une part à la discussion préalable du paragraphe 1 *supra*, d'autre part à l'étude des modalités d'avortements sporophytiques publiée par

REUSCH (1959 *b*) et enfin aux conclusions auxquelles nous venons d'aboutir, il apparaît nettement que l'estimation du grainage est, dans le cas présent, très arbitraire. De ce fait, les pourcentages de *germination* perdent beaucoup de leur intérêt comparatif des résultats obtenus par différents auteurs, sauf par transformation établie sur la base des fleurs contrôlées.

Selon nos propres résultats, toute germination équivaut ici au développement d'une plante adulte. Par contre, les caryopses germés obtenus par JENKIN et REUSCH n'ont pas tous donné naissance à une plante viable. Considérant donc pour chacun de ces 3 auteurs ce que nous nommons la fertilité-plantes par opposition à la fertilité-graines, ou grainage, nous nous retrouvons sur un plan beaucoup plus objectif.

Dans le sens *Festuca pratensis* ♀ les résultats obtenus sont, dans leur ensemble, nettement inférieurs aux résultats précédents. Sur les deux auteurs qui n'ont pas obtenu le rendement maximum dans le sens *Lolium* ♀, on peut remarquer que le nombre de fleurs *Lolium* utilisées par CROWDER est extrêmement faible eu égard aux pourcentages habituels de réussite. L'ensemble des résultats présentés ci-dessous paraît suffisamment net à cet égard.

	Nombre de plantes F_1 issues de 1000 fleurs			
	Lolium		*Festuca*	
JENKIN (1955)	0,7	— 2 868 fleurs castrées	2,3	— 3 818 fleurs castrées
CROWDER (1953)	0	— 211 — —	2,7	— 741 — —
REUSCH (1959 *a*)	97	— 2 142 — —	0	— 1 780 — —
HERTZSCH (1960)	17,5	— 343 — —	0	— 466 — —
ESSAD	2,9	— 1 720 — —	0,7	— 4 062

L'existence déjà démontrée par REUSCH dans son propre travail, d'une différenciation génotypique importante de l'aptitude des *Lolium perenne* femelle à se croiser avec *Festuca pratensis* se trouve donc confirmée par la comparaison de ses résultats avec ceux des autres auteurs, surtout si l'on remarque que JENKIN et REUSCH ont employé les mêmes techniques de pollinisation. La disproportion des fertilités-plantes observées par REUSCH s'accuse encore si l'on considère que son meilleur géniteur a donné 240 plantes pour 1000 fleurs. Il serait évidemment prématuré de tirer des conclusions de ces divers travaux sur la fréquence relative des géniteurs *Lolium perenne* « *Festuca-compatibles* », en raison surtout du manque de détails concernant la sélection effectuée au départ du travail de REUSCH : « ... on the basis of differences in seed incompatibility ». Mais quelques remarques peuvent être faites qui laissent à penser que des génotypes analogues à L (*b*) et L (*c*) de REUSCH sont rares. Tout d'abord on peut noter que tous les auteurs ayant abordé ce sujet n'ont constaté l'existence que de fertilités faibles ou nulles, à l'exception de REUSCH dont une plante sur trois appartient cependant à cette catégorie (719 fleurs castrées). En outre, bien que signalés à plusieurs reprises, les hybrides observables dans la nature sont rares Or, étant donné la proximité spatiale habituelle des deux espèces parentes, ces hybrides devraient se manifester avec une fréquence notable au voisinage de plantes aussi inter-compatibles que celles dont REUSCH a révélé l'existence, et la seule station naturelle que nous ayions pu rencontrer se composait apparemment de plusieurs individus hybrides groupés sur une surface de 1 à 2 mètres de diamètre. Que l'existence de telles stations naturelles soit liée à la présence de tels génotypes inter-compatibles, comme le suggère REUSCH, est tout à fait vraisemblable. Que tous les génotypes inter-compatibles donnent nécessairement naissance à des hybrides naturels

est plus douteux. Mais dans l'état actuel des travaux entrepris, on doit admettre que de tels génotypes sont rares et que les possibilités d'hybridation entre les deux espèces sont extrêmement limitées.

b) *Recroisements*

Au niveau des recroisements de la F_1 par les espèces parentes, l'aspect arbitraire de la fertilité-graines des croisements initiaux disparaît : le battage des inflorescences F_1 libère des caryopses de tailles normales, tous aptes apparemment à germer. En conséquence, nous pourrons sans inconvénient comparer les différentes fertilités signalées dans la littérature par des auteurs différents, sur le plan du grainage comme sur celui de la germination.

L'ensemble des résultats connus peut être récapitulé comme suit, nos propres résultats concernant le grainage ayant été transformés en prenant pour base le nombre de fleurs fertilisables que nous avons déjà estimé plus haut à 4 par épillet.

	Grainage (%)	Germination (%)	Plantes % fleurs
♀ F_1 × ♂ *Lolium perenne*	—	—	—
JENKIN	1,7	14,5	0,24
REUSCH (1)	3,8	25,9	0,76
REUSCH (2)	1,0	31,8	0,14
ESSAD	3,1	28,0	0,81
♀ F_1 × ♂ *Festuca pratensis*			
JENKIN	1,2	5,6	0,02
REUSCH (1)	0,8	28,6	0,21
REUSCH (2)	0,5	27,3	0,09
ESSAD	2,0	24,5	0,28

Les pourcentages de plantes pour 100 fleurs obtenus par REUSCH ont été calculés par nous-même sur la base des données complémentaires qu'il nous a aimablement communiquées ; les résultats de ses recroisements par *Lolium* et par *Festuca* affectés d'un même numéro correspondent aux mêmes géniteurs femelles.

La confrontation de ces résultats, malgré l'existence d'une certaine variation, confirme l'essentiel des conclusions auxquelles nous étions arrivé plus haut d'après nos propres résultats : niveau général des fertilités extrêmement bas avec une légère supériorité des recroisements par *Lolium*. On peut aussi remarquer que les F_1 analysées par REUSCH sont issues de la plante *Lolium perenne* qui s'est révélée particulièrement fertile en croisement avec *Festuca pratensis* ; ces hybrides F_1 n'ont pas conservé l'aptitude remarquable de leur mère.

VI. CARACTÈRES DE LA DEUXIÈME GÉNÉRATION HYBRIDE

L'étude des descendants de la F_1 présente une importance considérable dans l'analyse des phénomènes liés à l'existence d'une différence spécifique, aussi bien que dans l'analyse des modalités de transmission héréditaire d'un caractère génétique simple. Si l'étude de la F_1 permet de mettre en évidence certaines relations de la compatibilité ou des caractères génétiques parentaux qui sont indispensables pour la compréhension des disjonctions produites à la génération suivante, celles-ci permettent de pénétrer intimement le détail des différences qui séparent les deux patrimoines héréditaires. Et si ces différences sont d'une complexité telle qu'une certitude à leur égard ne

peut alors être donnée, il est cependant possible d'émettre des hypothèses qu'une étude nécessairement plus longue portant sur les descendants de la F_2 (ou R_1) devra préciser.

En raison de l'indéhiscence totale des étamines de la première génération hybride, l'obtention d'une deuxième génération est ici exclusivement limitée aux possibilités du recroisement par l'une ou l'autre des espèces parentes (back crosses). Cette génération de recroisement sera désignée dans la suite de ce travail par l'abréviation R_1 suivie de la lettre L ou F suivant que le parent récurrent employé aura été *Lolium perenne* ou *Festuca pratensis*. L'analyse de cette descendance sera appuyée sur les résultats déjà exposés, de l'étude des parents et de la génération F_1. Nous analyserons successivement la variation chromosomique, les caractères de morphologie externe, certains caractères physiologiques et enfin la méiose et les fertilités.

A. — Nombres chromosomiques R_1 et complément à l'étude des fertilités ♀ F_1

L'analyse chromosomique des espèces parentes a porté sur 48 plantes comprenant les souches parentales proprement dites et leur descendance issue d'autofécondation ou de fécondation libre. Parmi ces 48 plantes, 46 étaient diploïdes. Les deux autres, issues d'autofécondation étaient : un *Lolium* 4*n* et un *Festuca* mixoploïde 2*n*-4*n*. Ces deux anomalies ont été rapportées plus haut et expliquées par un doublement chromosomique ultérieur à la fécondation, soit immédiat, dans le cas du *Lolium*, soit différé au deuxième cycle de division dans le cas de *Festuca*. Toutefois, bien que des grains de pollen 2*n* aient été décelés dans la souche S 42, aucune plante 3*n* spontanée n'a jamais été observée dans ce matériel.

Par contre, l'analyse chromosomique des plantes R_1 issues de nos différentes souches montre très nettement que la présence de triploïdes est un phénomène normal dans ce matériel. De plus, un tétraploïde a été observé dans la descendance de LF 15 × *Festuca pratensis*.

En raison de la stérilité habituelle des triploïdes et du caractère aberrant de cette production, il paraît intéressant de tenir compte de leur présence dans les descendances examinées pour attribuer aux hybrides F_1 une fertilité-plantes susceptible d'intervenir dans une estimation des possibilités évolutives de l'hybridation *Lolium perenne* × *Festuca pratensis*. Le tableau 20 complète à cet égard les données du tableau 19 et met en évidence un certain nombre d'aspects de cette production de triploïdes.

TABLEAU 20

Fertilités femelles di- et triploïdes des plantes F_1 ♀ Lolium perenne × ♂ Festuca pratensis

	Caryopses pour 100 épillets	Caryopses mis à germer	Plantules	% de germination	% de viabilité	Plantes R_1 2*n*	Plantes R_1 3*n*	Plantes R_1 4*n*	% de plantes 2*n*	Nbre de pl. 2*n* pour 100 épillets
♀ F_1 × *L. perenne* ♂	12,5	—	—	24,7	78,9	—	—	—	64,6	1,56
LF 15 × *L. perenne*	21,0	572	212	37,1	92	70	125	0	35,9	2,58
LF 16 × *L. perenne*	11,9	491	108	22,0	61,1	58	8	0	87,9	1,41
LF 17, LF 18, LF 19 × *L. perenne*	4,7	48	12	25,0	83,3	7	3	0	70,0	0,69
♀ F_1 × *Fest. prat.* ♂	8,2	—	—	24,5	64,8	—	—	—	82,7	0,97
LF 15 × *F. prat.*	9,7	206	71	34,5	46,5	26	5	1	78,8	1,23
LF 16 × *F. prat.*	6,7	152	18	14,6	83,2	13	2	0	86,7	0,70

1° Constance du phénomène dans toutes les familles analysées, quelle que soit l'origine de la plante F_1 et quel que soit le parent récurrent.

2° Les pourcentages de triploïdes relevés dans les 5 familles se situent entre 12 et 30 sauf pour la famille 15 L où ce pourcentage atteint le chiffre de 64.

3° Si le recroisement de LF 16 par *Lolium* et par *Festuca* donne des pourcentages de triploïdes assez voisins, par contre les descendants $3n$ de LF 15 passent de 64 à 21 p. 100, du recroisement par *Lolium* au recroisement par *Festuca*.

L'origine de ces triploïdes et la signification des fertilités différentielles seront discutées plus loin.

Il faut aussi noter que sur l'ensemble des plantes R_1L dénombrées, ont été rencontrées : une plante à $2n = 14 +$ fragment, deux plantes à $2n = 15$, quatre plantes à $2n = 20$ et quatre plantes à $2n = 22$ chromosomes.

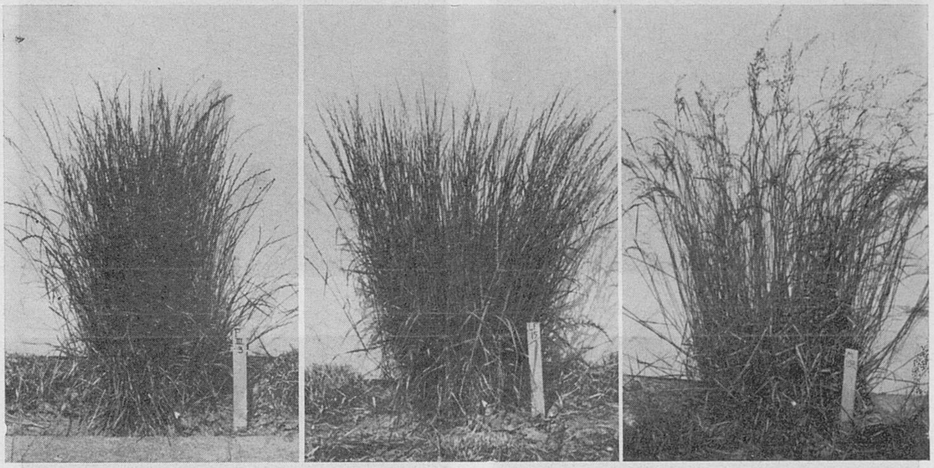


FIG. 33. — *L'hybride F_1 LF 15 encadré par* Lolium perenne *à gauche et* Festuca pratensis *à droite*

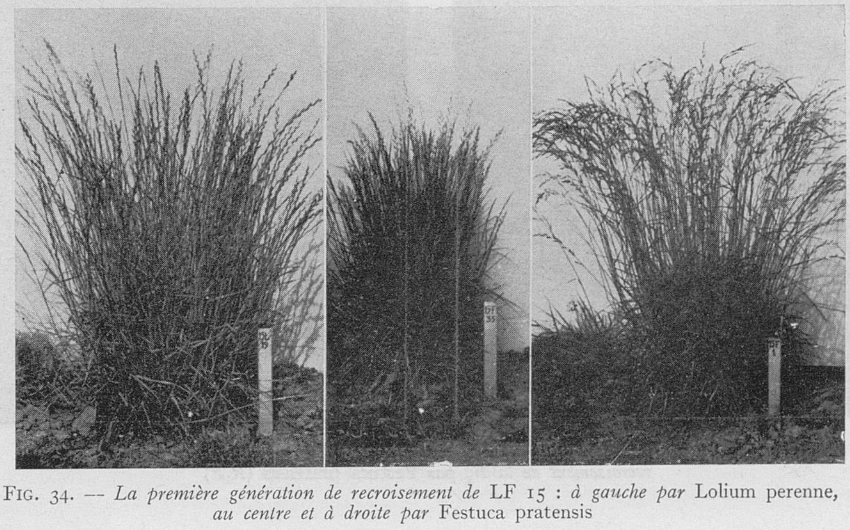


FIG. 34. — *La première génération de recroisement de* LF 15 : *à gauche par* Lolium perenne, *au centre et à droite par* Festuca pratensis

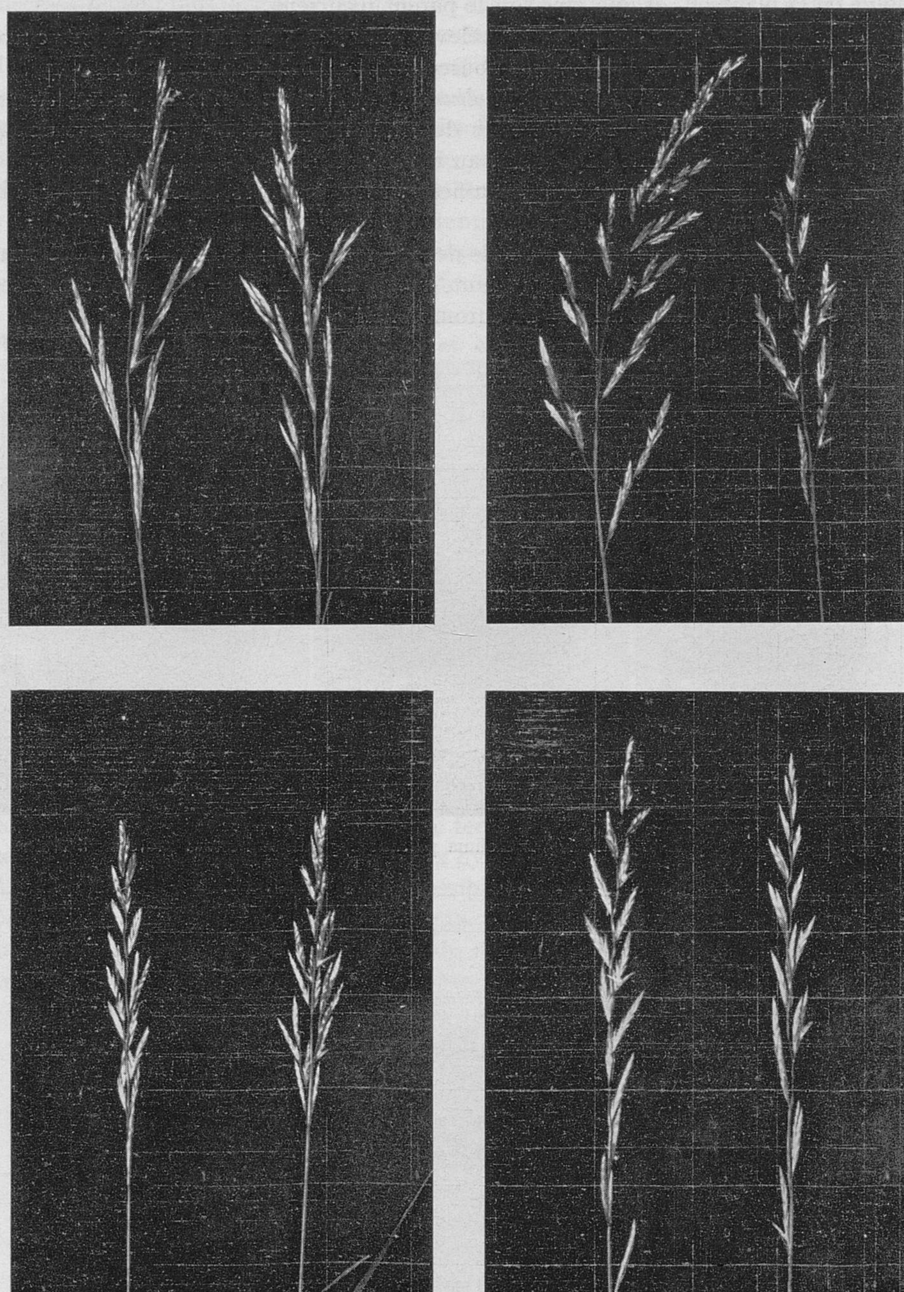


FIG. 35 à 38. — *Échantillonnage d'inflorescences de la première génération de recroisement de la* F_1 *par* Festuca pratensis (R_1F)

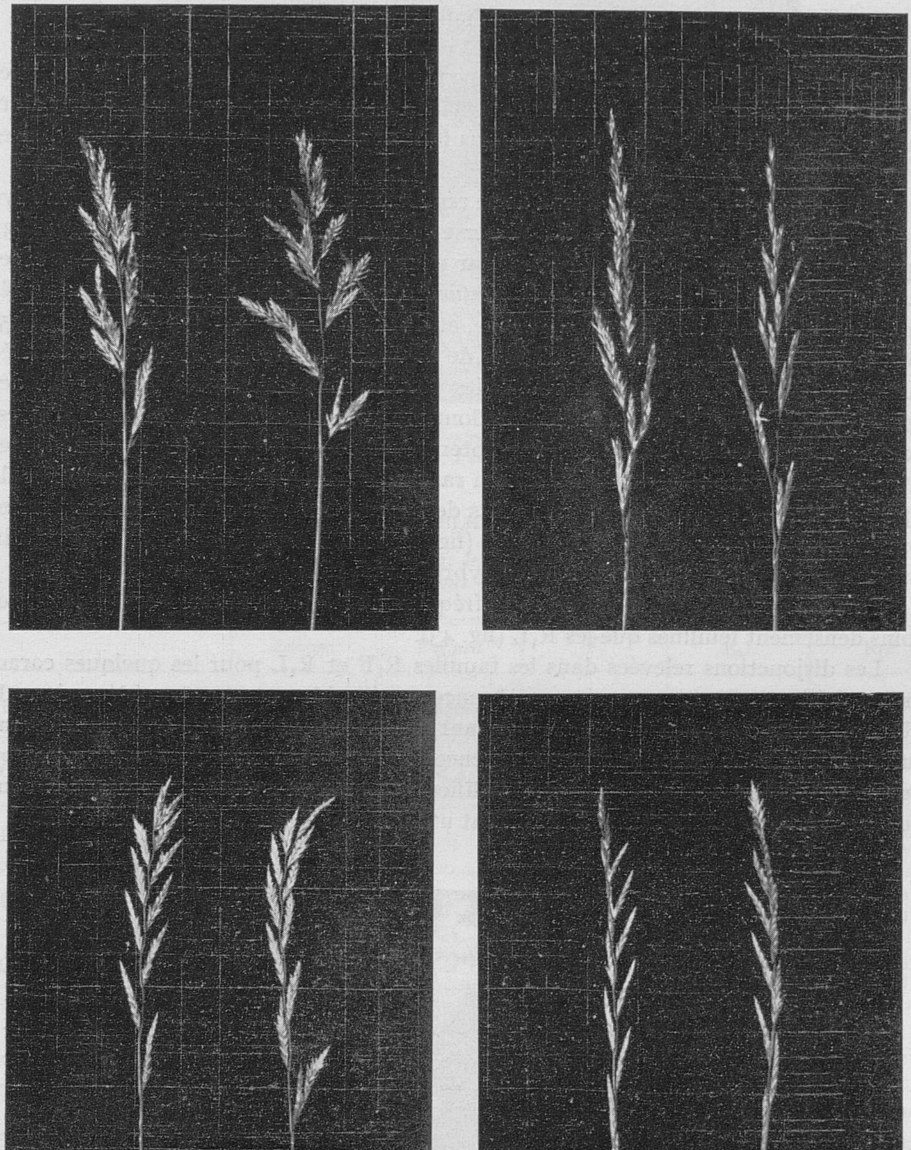


FIG. 39 à 42. — *Echantillonnage d'inflorescences de la première génération de recroisement de la F_1 par* Festuca pratensis *(R_1F)*

B. — Caractères morphologiques et physiologiques

Comme l'ont déjà signalé JENKIN (1933, 1955) et REUSCH (1959 *a*), les recroisements par *Lolium perenne* donnent des plantes d'allure typiquement *Lolium* alors que les recroisements par *Festuca pratensis* font apparaître des plantes intermédiaires entre *Lolium* et *Festuca*.

Les figures 33 et 34 permettent de se rendre compte d'une façon approximative de la morphologie d'ensemble des diverses catégories de plantes. La figure 33 représente l'hybride F_1 LF 15 encadré par deux plantes représentatives des espèces parentes, *Lolium perenne* à gauche et *Festuca pratensis* à droite. La figure 34 représente un individu R_1L (15 L 19) à gauche, et deux individus R_1F (15 F 1 et 15 F 35) dont la comparaison donne quelque idée de la variabilité morphologique rencontrée dans cette classe. Ces vues d'ensemble des plantes sont complétées par la série des figures 35 à 42 illustrant d'un échantillonnage représentatif, les types d'inflorescences observés dans la R_1F *2n*. On notera l'existence de tous les intermédiaires entre inflorescences très ramifiées et non ramifiées ainsi que des épillets arrondis de type *Festuca* et des épillets larges et plats de type *Lolium*. De plus, certaines plantes possèdent des inflorescences très courtes (fig. 41 et 42). Dans l'ensemble, le type d'in florescence le plus fréquent est celui des hybrides F_1 (fig. 40).

Par ailleurs, les plantes R_1F sont fréquemment peu vigoureuses (fig. 44) et moins densément feuillues que les R_1L (fig. 43).

Les disjonctions relevées dans les familles R_1F et R_1L pour les quelques caractères spécifiques du type « présence-absence » utilisables sont rassemblées dans le tableau 21. Ces caractères ne sont cependant probablement pas simples : étant donné leurs modalités de manifestation (existence de formes intermédiaires) ils sont ou plurifactoriels, ou contrôlés par des modificateurs. Mais les catégories définies sont réelles et cette distinction est parfaitement utilisable pour une analyse préalable.

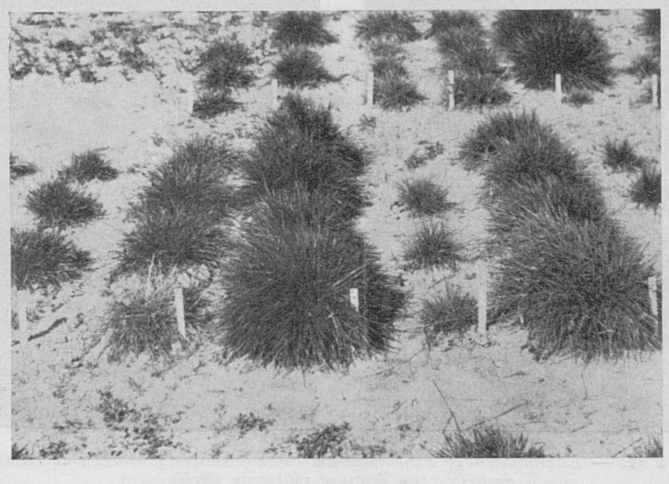


FIG. 43. — *Clones 15 L 32 à 36 de la première génération de recroisement de la F_1 par* Lolium perenne (*septembre* 1959)

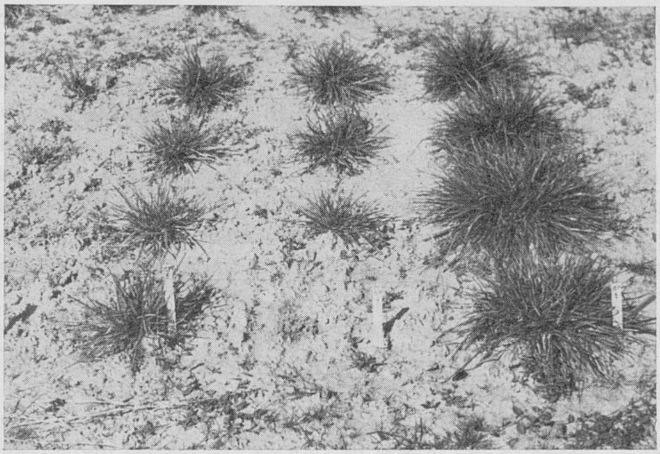


FIG. 44. — *Clones 15 F 2, 4, 5 (et 6 à l'extrême gauche en haut) de la première génération de recroisement de la F_1 par* Festuca pratensis *(septembre 1959)*

TABLEAU 21

Caractères de type qualitatif chez les parents, les hybrides F_1, *et leurs disjonctions dans les recroisements (+ = présence, — = absence)*

	Lolium	*Festuca*	F_1	R_1L	R_1F
Rachis	Rectangulaire	Triangulaire	R	54 (R)	7 (R) 24 (T)
Glume/Fleurs...........	⩾ 2	< 1	1	30 (⩾ 2) 24 (1)	2 (1) 29 (< 1)
Pédonculation	—	+	±	51 (—) 3 (+)	1 (—) 30 (+)
Ramifications	—	+	+	50 (—) 4 (+)	8 (—) 23 (+)
Glume inférieure	—	+	+	45 (—) 9 (+)	1 (—) 30 (+)

De ce tableau 21, il apparaît que :

1° Le caractère de *section du rachis* à dominance *Lolium*, conserve normalement sa dominance en R_1L et ce type dominant n'apparaît en R_1F qu'avec une fréquence d'environ 25 p. 100.

2° Le caractère *Glumes/Fleurs*, correspondant au nombre de fleurs atteintes ou dépassées par la glume supérieure est un caractère complexe dont les composantes essentielles, longueur de baguette et longueur de glume (les longueurs de glumelle ne différenciant pas significativement les deux espèces parentes), de type quantitatif sont utilisées par ailleurs. Cependant, considéré sous cette forme synthétique, ce caractère global est immédiatement observable et ne doit pas être négligé. Le type *Lolium* réapparaît ici dans 55 p. 100 des R_1L. Le type F_1 représente le complément

TABLEAU 22

Plantes R_1F aberrantes (+ = présence, — = absence)

	Rachis	Gl./Fl.	Pédonc.	Ramif.	Gl. inf	F/Gl.	G/Gl.	densité épill.	déhisc. étamin.	Méiose		Fertil. pollin.	Caryop. p. 100 ép.	% germin
										p	*l*			
15 F 6	R	2	—	—	—	0,54	13,4	2,0	—	0,977	0,851	0	5,63	2,3
15 F 19	R	3	—	—	—	0,45	11,4	1,65	—	0,911	0,536	1,5	19,70	5,4
15 F 36	R	3	—	+	+	0,53	11,0	2,10	—	0,364	0,149	0	57,70	0,6
16 F 7	R	7	—	+	—	0,48	8,1	1,10	—	—	—	—	—	—
16 F 19	R	5	—	—	—	0,55	10,1	1,30	—	0,992	0,742	0	0	0

à 100 de cette catégorie de plantes, ainsi qu'une fraction très faible de la R_1F qui est, en très forte majorité, de type *Festuca*. Pour ce caractère, la F_1 semble avoir transmis à la R_1L une proportion sensiblement égale de facteurs « *Lolium* » et de facteurs « *Festuca* » alors que chez la R_1F, la transmission du caractère « *Lolium* » semble exceptionnelle.

3° Si la *pédonculation des épillets* distingue nettement les espèces parentes, les variations de ce caractère en F_1 et R_1 font qu'il est parfois difficile d'estimer si telle plante est ou non pédonculée. Mais ici encore nous avons conservé ce caractère dont les disjonctions en R_1 montrent une dominance numérique très nette du type récurrent.

4° Les caractères « présence-absence de *ramification* » et « présence-absence de *glume inférieure* » révèlent un type *Lolium* récessif correspondant à l'absence du caractère. La R_1L présente une disjonction extrêmement déséquilibrée numériquement en faveur du caractère *Lolium*, mais on remarque surtout l'apparition de *plantes R_1F présentant le caractère récessif du parent non récurrent*. Une seule plante de ce type apparaît pour le caractère de glume inférieure, mais le caractère de ramification en révèle 8 sur 31, c'est-à-dire près du quart. Ce phénomène ne peut donc pas être considéré comme exceptionnel. On peut aussi noter que si la plante R_1F non pédonculée est distincte de celle qui ne présente pas de glume inférieure, par contre ces deux plantes ne présentent pas de ramification. Dans le même ordre d'idées, aucune liaison absolue n'a été relevée entre les différents caractères « non *Lolium* » observés chez la R_1L si ce n'est que les trois plantes pédonculées présentent aussi soit des glumes inférieures, soit un rapport glumes sur fleurs de F_1, soit les deux caractères à la fois.

Par ailleurs, 5 plantes aberrantes ont été observées dans les familles 15 F et 16 F et n'ont pas été introduites dans l'établissement des moyennes et des pourcentages concernant la R_1F en raison du hiatus qui les sépare des autres plantes (tableau 22). Morphologiquement, à l'exception de quelques rares caractères, ces plantes sont de type *Lolium* pur. Par contre, tous les caractères de méiose et de fertilités les rattachent inconstestablement aux R_1F (cf. subdivision C du présent chapitre).

L'utilisation, sur la R_1, des résultats de l'analyse statistique préalable de certains caractères quantitatifs relevés sur les parents et hybrides F_1, nous a permis de compléter les observations précédentes. A cet effet, nous avons utilisé les deux combinaisons de caractères quantitatifs qui s'étaient révélées les plus stables et les plus nettes. Il s'agit des rapports *largeur de feuille culmaire sur longueur de glume* (F/Gl) et *longueur de gaine de feuille culmaire sur longueur de glume* (G/Gl). A ces deux rapports, nous avons ajouté le caractère longueur de baguette sous la forme du rapport longueur totale du rachis d'épillet sur nombre de fleurs (*d. épillets*) ; cette transformation de la méthode s'applique à un épillet du quart médian supérieur et donne des résultats suffisamment approchés tout en correspondant à une plus grande commodité de réalisation des mesures.

Le tableau 23 résume l'ensemble des résultats obtenus.

Il est remarquable que la R_1F n'y soit jamais significativement différente de la F_1 (2 plantes), alors que *Festuca pratensis* présente des valeurs régulièrement et significativement plus élevées que cette R_1F. La R_1L est par contre significativement différente de la F_1 et ne s'écarte des valeurs de *Lolium perenne* que pour la mesure F/Gl où la différence se trouve à la limite de signification statistique ($0{,}02 < p < 0{,}05$)

TABLEAU 23

Caractères quantitatifs dans les espèces parentes, F_1 et R_1

	F/Gl				G/Gl				d. Epillets			
	n	$\bar{x}$	s_x	p	n	$\bar{x}$	s_x	p	n	$\bar{x}$	s_x	p
Lolium perenne FL	18	0,547	0,095		18	16,372	3,77		19	1,241	0,122	
				0,02-0,05				0,45				0,05-0,10
R_1L 2*n*.........	49	0,610	0,108		49	15, 727	2,91		49	1,330	0,183	
				< 0,01				0,01-0,02				< 0,01
F_1 (LF 15 et LF 16)	2	0,883	0,084		2	23,705	2,11		2	1,535	0,063	
				0,25				0,30				0,80
R_1F 2*n*	26	1,039	0,196		26	30, 710	9,19		26	1,496	0,199	
				< 0,01				< 0,01				< 0,01
Festuca prat. FL ..	14	1,344	0,187		14	44,312	6,66		14	1,833	0,123	

Huit plantes R_1F (3 et 5 appartenant respectivement aux familles 15 F et 16 F) n'ont pu être introduites dans toutes les observations qui précèdent en raison d'une inaptitude caractéristique à « monter » ; ces plantes sont en effet demeurées à l'état végétatif dans les conditions naturelles de nos observations. Elles représentent une proportion de 11, 5 p. 100 chez 15 F et 41,5 p. 100 chez 16 F, c'est-à-dire que ce phénomène ne peut pas être considéré comme accidentel et ne peut que résulter d'une combinaison génique interspécifique.

Sur un autre plan de l'analyse des caractères physiologiques de la R_1, les froids particulièrement rigoureux de février 1956 nous ont permis de faire quelques notations fortuites, mais intéressantes sur la résistance au froid de l'ensemble du matériel étudié à cette époque. En pépinière, chaque parent était représenté par un clone, 4 plantes issues d'autofécondation et 8 plantes issues de fécondation libre. A ceci s'ajoutait une famille F_1 de 9 plantes *Lolium perenne* issues du croisement S 42 × L 29, 5 clones F_1 de 4 plantes, 5 plantes R_1F et 55 plantes R_1L réparties en 36 diploïdes et 19 triploïdes. Le degré de résistance des différentes classes de plantes a été estimé par le rapport du nombre de plantes survivantes au nombre de plantes en place avant l'arrivée des froids. Les résultats ont été les suivants :

Festuca pratensis	28/36 = 0,78
F_1	7/20 = 0,35
R_1L 3*n*	6/19 = 0,31
2*n*	9/36 = 0,25
R_1F 2*n*	1/5 = 0,20
Lolium perenne	6/65 = 0,09

Des différences ont aussi été relevées à l'intérieur de chacune de ces classes et notamment nous avons pu noter de 1 à 9 la résistance au froid (1 correspondant à la résistance totale et 9 à la destruction totale), ces notes n'ayant qu'une valeur approximative en raison du faible nombre d'individus de chaque clone.

1 — R 13
3 — LF 15
5 — L 29, M 115, LF 16, LF 19
7 — S 42, LF 17
9 — S 52, LF 18

Des précisions complémentaires ont pu être obtenues à partir de trois isolements répartis en plein champs :

LF 15	27/30 = 0,90	$\bar{x}$ = 41/46 = 0,89
LF 15	14/16 = 0,87	
15 L 13	11/16 = 0,69	
LF 16	22/33 = 0,67	
16 L 2	6/16 = 0,37	
15 L 14	4/14 = 0,29	
16 L 3	3/12 = 0,25	
16 L 1	3/16 = 0,19	
L. per. S 52	1/16 = 0,06	

Ces données confirment les résultats obtenus en pépinière en mettant de plus en évidence les disjonctions de la R_1L en ce qui concerne ce caractère.

On peut résumer ceci en attribuant une résistance maximum à la Fétuque, intermédiaire à la F_1, inférieure à la F_1 pour la R_1L et la R_1F, et minimum au *Lolium* Ceci étant soumis à une variation considérable entre individus, telle qu'un chevauchement important est susceptible de se produire entre les différents groupes. Notons aussi que la faible résistance des R_1F est probablement liée à un état physiologique déficient plus qu'à une réaction génétique spécifiquement conditionnée.

Nous avons également entrepris une étude des possibilités offertes par ce croisement pour l'introduction chez *Lolium perenne* d'une amélioration de sa sensibilité naturelle à la sécheresse. Ce travail est actuellement en cours et nous signalerons simplement dans les limites de cette publication, les disjonctions importantes constatées à l'égard de ce caractère à l'intérieur de la R_1L. Ces disjonctions sont manifestes sur la photographie (fig. 43) prise dans notre pépinière. Parmi les 5 clones représentés ici, les clones 34 et 36 ont apparement aussi peu souffert l'un que l'autre de la sécheresse importante de cette année 1959, tempérée toutefois en pépinière par quelques arrosages. Mais ils diffèrent par leur sensibilité à *Puccinia coronata* dont le clone 34, d'un vert sombre uniforme, est parfaitement indemne.

C. — Méioses et fertilités

Dans le cadre de l'hybridation *Lolium perenne* ♀ × *Festuca pratensis* ♂, PETO (1933) a analysé la méiose et la fertilité de 7 plantes R_1L. Cinq de ces plantes (plus une dont la méiose n'a pas été étudiée) présentaient une fertilité pollinique sensiblement normale (77 à 92 p. 100 de bon pollen) et une méiose excellente (100 p. 100 de bivalents pour 6 cellules-mères analysées par plante) ; la fertilité pollinique des deux autres plantes était de 40 et 0 p. 100, liée à une asyndèse sensiblement identique dans les deux plantes (31,2 et 34,5 p. 100 d'univalents).

Nous avons repris ce travail et obtenu un certain nombre de données qui complètent les observations effectuées sur un matériel plus restreint par PETO.

1. MÉIOSES

La méiose de la génération de recroisement a été étudiée sur la base des critères définis au chapitre IV. Les résultats de cette analyse sont rapportés au tableau 24

qui sera utilement comparé au tableau 12 dont ont été extraites les données concernant l'ensemble des espèces issues de fécondation libre et l'ensemble des F_1, afin de permettre une comparaison immédiate.

TABLEAU 24

Méioses et fertilités ♂ de la R_1

Familles	Nombre de plantes	*p*	*l*	GP
R_1L (global)	76	0,988 ± 0,019	0,687 ± 0,131	.
LF 15 × L 29	39	0,988 ± 0,024	0,633 ± 0,139	34 (0 à 83)
LF 15 × *L. perenne*	10	0,992 ± 0,010	0,730 ± 0,123	36 (0 à 88)
LF 16 × S 52	19	0,985 ± 0,010	0,741 ± 0,081	65 (7 à 97)
LF 17 à 19 × *L. perenne*	8	0,993 ± 0,010	0,765 ± 0,095	62 (23 à 97)
R_1F (global)	22	0,905 ± 0,139	0,638 ± 0,157	
LF 15 × *F. pratensis*	17	0,906 ± 0,145	0,633 ± 0,176	0,7 (0 à 5)
LF 16 × *F. pratensis*	5	0,900 ± 0,131	0,656 ± 0,067	1,4 (0 à 3)
Parents FL (global)	38	0,993 ± 0,012	0,682 ± 0,097	(cf. tableau 12)
Hybrides F_1 (global)	5	0,968 ± 0,015	0,732 ± 0,036	0,9 (0 à 5,8)

Les valeurs de *p* (index d'appariement) relevées dans la R_1L d'une part, dans la R_1F d'autre part, sont extrêmement homogènes d'une fratrie à l'autre, et permettent de constater :

a) L'identité absolue de la R_1L et des espèces parentes, à l'exception près de la variabilité des mesures de (LF 15 × L 29) qui se révèle significativement différente de celle des autres familles de ce groupe. Or cette fratrie correspond au recroisement strict de l'hybride F_1 obtenu à partir du parent *Lolium* L 29 chez qui nous avons montré *supra* l'existence d'un facteur d'asyndèse. La bonne valeur de *p* indique que le facteur récessif en question n'existe pas chez l'hybride F_1 mais la forte variation constatée ici ($F = 6$ par rapport aux variances des autres fratries R_1L) met en évidence une action secondaire qui pourrait correspondre à une hérédité complexe de ce processus d'asyndèse.

b) Une réduction significative (probabilité $< 0{,}01$) des valeurs de *p* de la R_1F par rapport aux espèces parentes. Cette faible valeur d'appariement coïncide avec une variabilité extrêmement importante entre plantes, qui ne peut être comparée qu'à celle de la fratrie L 29 AA (0,834 ± 0,177). L'accroissement de la variance est hautement significatif ($F = 52$ par rapport à la variance des R_1L). Il semble fort improbable que ce comportement soit dû à la simple réapparition de gènes d'asyndèse du type de celui mis en évidence dans la famille L 29, étant donné qu'aucun comportement analogue n'a été observé dans notre échantillonnage de *Festuca pratensis*. On peut noter aussi que la mesure de l'homogénéité des valeurs de *p* de la R_1F et de la F_1 donne une probabilité de 0,05 alors que plus haut, a été indiquée une différence significative à cet égard de la F_1 vis-à-vis des parents.

Bien que la forte variabilité des valeurs de *l* enlève toute signification statistique aux variations constatées entre groupes, on peut cependant relever les faibles valeurs de cette intensité de liaison entre chromosomes appariés dans les deux fratries R_1F et dans la fratrie (15 × 29). L'asyndèse observée dans tous ces cas correspondrait

donc à une réduction généralisée à l'ensemble des chromosomes de l'aptitude à l'appariement. Ceci ne préjugeant pas des modalités de cette restriction qui peut résulter soit d'une réduction des attractions entre chromosomes, soit d'une réduction de la fréquence des chiasmas formés entre chromosomes appariés.

2. Fertilités polliniques

La fertilité pollinique de la génération de recroisement par *Lolium* ou par *Festuca* présente quelques éléments caractéristiques (tableau 24).

On constate tout d'abord, chez la R_1L, que les valeurs obtenues pour (LF 16 × S 52) et (LF 17 à LF 19 × *Lolium perenne*), sont tout à fait comparables, avec des moyennes presque doubles de celles relevées pour (15 × 29) et (15 × *L. perenne*). Ces deux dernières moyennes sont très proches des valeurs correspondantes notées au tableau 12 pour les fratries L29 AA et L 29 FL, et, comme pour celles-ci, on peut les rattacher à l'existence d'un facteur non déterminé de stérilité pollinique indépendant du facteur d'asyndèse et qui sont tous les deux présents chez L 29, comme nous l'avons montré aux chapitres IV et V. Il est donc justifié de ne considérer dans le cadre de l'hybridation interspécifique qui nous occupe, que les données recueillies sur les descendants de LF 16 à LF 19.

Il apparaît alors que la R_1L présente une certaine stérilité pollinique moyenne due à l'existence d'une faible proportion de plantes stériles (cf. tableau 17), la fertilité n'ayant jamais été inférieure à 7 p. 100 de bon pollen.

Par contre, la fertilité mâle des plantes R_1F est pratiquement nulle : les étamines, parfois avortées, sont toujours indéhiscentes et la fertilité pollinique proprement dite est très généralement nulle avec un maximum ne dépassant pas les valeurs relevées pour la F_1. Notons cependant ici aussi une réduction de un demi de la fertilité de 15 F par rapport à 16 F.

Les résultats indiqués au tableau 24, ne tiennent pas compte des 8 plantes R_1 F signalées plus haut, qui sont demeurées à l'état végétatif, ni des 5 R_1F aberrantes analysées dans le tableau 22.

3. Fertilités femelles

On retrouve pour la fertilité femelle (tableau 25) certains traits de la répartition des fertilités polliniques de la R_1, notamment une fertilité à peu près normale de la R_1L et une stérilité quasi totale de la R_1F.

TABLEAU 25

Fertilités femelles de la R_1 en fécondation libre

	♀	Nbre de plantes	Caryopses pour 100 épillets	% germination	% viabilité	Nbre de plantes pour 100 épillets
R_1L ...	15 L 2*n*	19	214 (0 à 689)	80,7 (46 à 97)	94,0 (67 à 100)	162
	16 L 2*n*	19	410 (136 à 655)	87,5 (76 à 96)	98,1 (85 à 100	352
R_1F ...	15 F 2*n*	18	1,8 (0 à 8,8)	25,5 (global)	76 (global)	0,31
	16 F 2*n*	5	1,6 (0 à 8,0)	0	—	0
Parents *Lolium* et *Festuca*(*)			255 (116 à 608)	87 (76 à 95)	98 (96 à 100)	217
F_1 × *Lolium perenne* (*) ...			12,5	24,7	78,9	3,25
F_1 × *Festuca pratensis* (*) ..			8,2	24,5	64,8	1,18

(*) Chiffres tirés du tableau 19.

Dans la R_1L, la fratrie 16 L présente une fertilité deux fois plus importante que celle des plantes 15 L qui, comme nous l'avons déjà montré, constituent un matériel défavorable pour l'étude des fertilités de l'hybridation *Lolium perenne* × *Festuca pratensis* en raison des aberrations présentées par le parent *Lolium* L 29.

Plus que pour la fertilité pollinique, les divers niveaux de fertilité femelle de la fratrie 16 L peuvent être considérés comme parfaitement normaux, la valeur de grainage obtenue étant même nettement supérieure à celle des parents et l'amplitude de variation des valeurs individuelles étant pratiquement identique. Les pourcentages de germination et de viabilité sont strictement semblables à ceux du témoin.

Dans la R_1F, le grainage est extrêmement faible, avec des valeurs presque identiques et les mêmes extrêmes individuels pour les deux fratries. Toutefois, les caryopses obtenus dans la fratrie 16 F (58 caryopses sur la plante 16 F 10) ne germent absolument pas tandis que le pourcentage de germination des 279 caryopses récoltés sur 15 F et le pourcentage de viabilité correspondant sont identiques à ceux de la F_1. Finalement le nombre de descendants obtenus pour 100 épillets est extrêmement faible, très nettement inférieur à ce que l'on obtient à partir des hybrides F_1 eux-mêmes.

D. — Discussion des résultats obtenus Mise en évidence de phénomènes sélectifs

Parmi les caractères de la R_1, un des plus remarquables *a priori* est l'apparition spontanée d'une fréquence élevée de **plantes 3 n**. Nous avons vu que la production de gamètes femelles non réduits chez la F_1 apparaît comme un phénomène constant dont la fréquence peut varier considérablement d'une plante à une autre, mais n'est jamais inférieure, selon nos observations, à environ 10 p. 100. Ce phénomène se trouve d'ailleurs confirmé par la découverte faite par PETO (l. c.) d'un triploïde sur les 9 R_1L obtenus par JENKIN, et qui, dans la littérature que nous connaissons, sont seuls à avoir été observés cytologiquement.

Il se trouve cependant que l'étude des méioses F_1 effectuée sur les cellules-mères de pollen ne nous a pas permis de mettre en évidence un processus quelconque de non-réduction. Cette absence de correspondance entre les deux méthodes d'observation peut résulter :

1° soit, si les méioses ♂ et ♀ sont comparables, d'une *fréquence très faible du phénomène de non-réduction*, telle que celui-ci puisse passer inaperçu à la faveur d'un étalement des stades de méiose, qui, dans une même étamine, mélange fréquemment intercinèses et tétrades.

2° soit d'*aberrations particulières à l'ovogenèse* sur laquelle nous ne possédons aucun renseignement.

Sans exclure la deuxième possibilité à laquelle pourrait aussi éventuellement s'appliquer l'hypothèse suivante, la discordance apparente entre la rareté des phénomènes de non-réduction et la fréquence élevée de plantes $3n$ dans la descendance, résulterait d'une *mortalité trés importante atteignant électivement les gamétophytes haploïdes et (ou) les sporophytes diploïdes.* La fréquence de plantes $3n$ sera alors d'autant plus forte que sera plus accusée la différence de viabilité des gamétophytes haploïdes et des sporophytes $2n$ vis-à vis des gamétophytes $2n$ et des sporophytes $3n$. A la limite on peut admettre une viabilité totale des gamétophytes $2n$ et des plantes $3n$.

Dans cette hypothèse, la proportion de gamétophytes non réduits se trouve ramenée à une valeur beaucoup plus compatible avec les observations cytologiques : le taux réel de gamétophytes ♀ non réduits atteindrait des valeurs de 1 p. 100 et de 0,05 p. 100 pour les taux maximum de $3n$ observés respectivement chez 15 L et 16 L (4,58 et 0,19 plantes $3n$ pour 400 fleurs).

Nous avons essayé de vérifier ce point précis en nous basant sur l'excellente aptitude des *Festuca arundinacea* ($6x$) à féconder les hybrides F_1 et en supposant que l'état polyploïde de cette Fétuque réduit la mortalité sporophytique consécutive à un déséquilibre génique.

A partir de 306 épillets de LF 15 laissés en fécondation libre dans une population de *Festuca arundinacea,* nous avons obtenu un grainage de 57 pour 100 épillets (contre

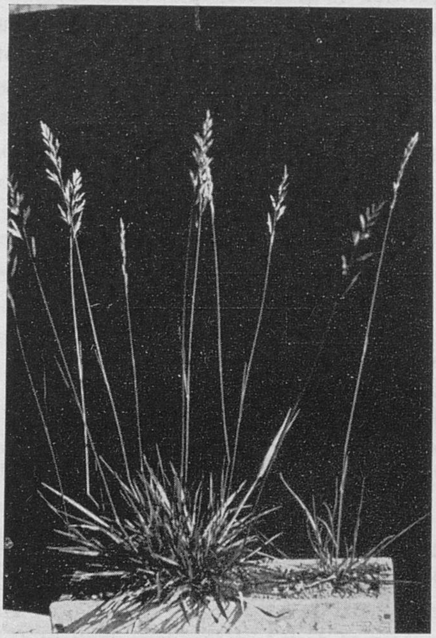


FIG. 45. — *Deux plantes caractéristiques du recroisement de la* F_1 L. perenne × F. pratensis (2n = 14) *recroisée par* Festuca arundinacea (2n = 42). *A gauche, plante 4 x, à droite, plante 5 x*

21 en croisement par *Lolium* et 9,7 par *F. pratensis*). Le nombre de plantes viables issues de gamètes haploïdes était de 24,2 pour 100 épillets (contre 2,6 par *Lolium* et 1,2 par *F. pratensis*), c'est-à-dire que la fertilité réelle était ici dix fois plus forte que par *Lolium* en ce qui concerne les descendants $2n$ ou assimilables.

La fertilité totale, comptée en nombre de plantes issues de 100 épillets est de 7,4 par *Lolium* et de 26,4 par *F. arundinacea,* c'est-à-dire que les pourcentages de $3n$ ou assimilables qui sont de 64,1 par *Lolium* tombent à 8,6 par *F. arundinacea* et correspondent respectivement à 4,6 et 2,27 gamètes ♀ non réduits pour 100 épillets. Ceci conduit à admettre qu'une mortalité différentielle se fait peut-être sentir sur les organismes issus de gamètes non réduits fécondés par *F. arundinacea.*

Si la diploïdie d'un gamète est une protection contre les déséquilibres géniques tels qu'on les observe ici en combinaison avec un gamète haploïde, rien ne démontre

qu'il en est de même dans le cas d'une combinaison avec un gamète triploïde appartenant à une autre espèce. Il est même possible que dans le cas présent la mortalité sporophytique atteigne les zygotes et embryons $5x$ plus intensément que les $4x$, cette possibilité se trouvant appuyée par le simple aspect des plantes correspondantes (fig. 45).

De ce fait, la démonstration d'une mortalité très faible ou nulle des gamètophytes $2n$ et des plantes $3n$ perd beaucoup de sa valeur sans infirmer toutefois cette hypothèse. Mais on conservera de cette expérience le fait d'un accroissement notable du grainage dont la valeur rapportée à 100 épillets correspond nécessairement à une estimation minimum, sinon exacte, de la fertilité ovulaire qui serait ainsi de l'ordre de 57 pour une moyenne de 400 fleurs fertilisables.

Cette estimation permet de présenter le schéma suivant (fig. 46) qui interprète les données recueillies chez LF 15, dans l'hypothèse d'une viabilité totale des sporophytes issus de gamétophytes ♀ non réduits. Dans cette hypothèse simple on devrait observer la même fréquence de $3n$ dans les R_1L et les R_1F issues d'un même hybride F_1, dans la mesure où les deux espèces récurrentes manifestent un comportement analogue vis-à-vis des gamètes F_1.

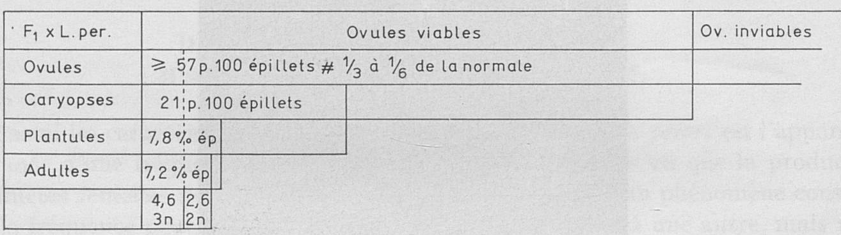


FIG. 46. — *Représentation graphique pour l'hybride F_1 LF 15 des différents aspects de la mortalité sélective gamétophytique et sporophytique. Cette sélection augmente la fréquence apparente des gamètes non réduits.*

Or, en fait, ces fréquences diffèrent selon que le recroisement est effectué par *L. perenne* ou *F. pratensis*. Différences faibles à partir de LF 16 (0,19 et 0,11 pour 100 épillets) mais très fortes à partir de LF 15 (4,58 et 0,33 pour 100 épillets). Étant donné de plus, que ces différences sont dans le même sens, le taux de $3n$ étant plus important parmi les R_1L que parmi les R_1F, il faudrait admettre une certaine mortalité des R_1F $3n$.

Les résultats obtenus par ailleurs autorisent-ils une telle discrimination entre les plantes issues du recroisement par *Lolium* et celles issues du recroisement par *Festuca pratensis?*

Tout d'abord, on peut constater que la fertilité-plantes diploïdes est réduite, dans les recroisements par *Festuca pratensis*, à la moitié de ce qu'elle est dans les recroisements par *Lolium* : 2,58 et 1,23 pour LF 15 - 1,41 et 0,70 pour LF 16. Cette seule observation permettrait de répondre par l'affirmative à la question posée. Mais en outre, la comparaison entre les deux sens de recroisement, pour d'autres caractères permet de souligner leur dissemblance et nous verrons au chapitre VII s'il est possible d'y apporter une tentative d'explication.

Sur le plan physiologique, on a pu constater un déséquilibre extrêmement important de la R_1F par opposition au comportement normal à quelques exceptions près, de la R_1L. Ce déséquilibre de la R_1F se manifeste sur le plan sexuel par des méioses

asynaptiques fréquentes, une stérilité ♂ et ♀ au moins égale à celle de la F_1 et généralement totale. De plus apparaissent des anomalies telles qu'avortement des étamines et même suppression totale des inflorescences par inhibition apparente des mécanismes intimes du développement *sensu stricto*. La vigueur de ces plantes est fréquemment réduite, une proportion notable ne pouvant survivre qu'à la condition de soins attentifs. Leur résistance au froid est aussi nettement inférieure à ce qu'elle devrait être, compte tenu du comportement des parents et des F_1. Seule la résistance à *Puccinia* est excellente, manifestant ici l'influence exclusive de *F. pratensis*. L'apparition spontanée d'un tétraploïde semble être aussi une manifestation de ce déséquilibre fondamental de la R_1F.

Sur le plan morphologique, l'identité quasi totale de la R_1L et de *Lolium perenne* s'oppose à la variabilité considérable constatée dans la R_1F qui, sur la base des trois caractères quantitatifs employés, se rapproche beaucoup plus de la F_1 que du parent récurrent *Festuca*.

Deux questions se posent au sujet des caractères de type qualitatif que nous avons fait ressortir : d'une part élucider leur déterminisme génétique et d'autre part confirmer la déviation sélective des mécanismes héréditaires suggérée par le comportement des caractères quantitatifs. La réponse à l'une de ces questions supposant connue la réponse à l'autre question, les conclusions qui peuvent être tirées des disjonctions observées en R_1F et R_1L ne peuvent qu'être considérées comme un point de départ pour des analyses ultérieures mais sont cependant susceptibles de donner des indications complémentaires sur les phénomènes de déviation constatés par ailleurs.

Sur les 5 caractères étudiés dans le tableau 21, la R_1L présente trois modalités de disjonctions :

1º Une dominance totale du caractère dominant du parent récurrent (section du rachis).

2º Une disjonction proche de 1 : 1 pour le caractère « Glume sur fleurs » qui donne une F_1 intermédiaire.

3º Trois disjonctions où le caractère dominant du parent non récurrent n'apparaît que rarement (pédonculation, ramification, glume inférieure). Ce type disjonctionnel correspond bien aux distributions des caractères quantitatifs où l'on observe la perte de caractères *Festuca* dans les gamètes F_1.

Les disjonctions observées chez la R_1F, pour les deux caractères où le type hybride est à dominance *Lolium* (Rachis) ou intermédiaire (Glume sur fleurs) manifestent aussi une élimination nette des caractères du parent non récurrent. Le désaccord de ces résultats avec ceux obtenus au moyen des caractères quantitatifs conduira à supposer l'existence de facteurs de viabilité sporophytique (cf. chapitre VII).

Un autre trait remarquable de la R_1F y est l'apparition de caractères *Lolium* récessifs. Il est possible d'expliquer un tel phénomène par un système génique dont le plus simple pourrait être conçu sur la base de 3 couples d'allèles :

Festuca	A *b* *c* (+)
Lolium	*a* B C (—)

A donnant l'apparition du caractère, B étant inhibiteur de A en présence de *c* homozygote. Suivant cette formule théorique, la F_1 est (+), les R_1L renfermant le facteur A sont (+) du fait de la présence constante de C, ou (—) dans le cas contraire (*a* homo-

zygote) et les plantes R_1F de génotypes B*bcc* sont (—), c'est-à-dire de type *Lolium*. D'autres schémas explicatifs sont possibles mais tout aussi indémontrables que celui-ci sur la seule base des données actuelles comme nous l'avons signalé plus haut.

Le cas des 5 plantes R_1F aberrantes est extrêmement obscur, aucune explication satisfaisante ne nous permettant de concevoir les modalités d'apparition de ces plantes qui pourraient être des R_1L accidentels si 15 F 6 et 36 ne présentaient des densités d'épillets dont les valeurs sont de beaucoup supérieures à celles observées dans cette catégorie de plantes et surtout si toutes ces plantes ne présentaient des valeurs de méiose et de fertilités qui sont caractéristiques du recroisement par *Festuca*.

S'agit-il ici de la mise en évidence d'un phénomène de parthénogénèse ? Ce point sera précisé à la suite d'une analyse de la morphologie chromosomique des plantes R_1.

VII. — PHÉNOMÈNES SÉLECTIFS

La méiose F_1, malgré l'existence d'une très faible asyndèse, est généralement équilibrée avec formation de 7 bivalents et une fréquence normale de chiasmas sur les bivalents. Il se produit donc nécessairement une population de gamétophytes distribués symétriquement entre les types extrêmes *Lolium* d'une part, *Festuca* d'autre part, avec une fréquence importante de types intermédiaires. La déviation unilatérale systématique des caractères quantitatifs de la R_1 ne peut donc s'expliquer que par l'élimination d'une certaine catégorie de gamètes, cette élimination sélective devant être suffisamment importante pour permettre une déviation aussi marquée que celle effectivement constatée.

A. — Mesure de l'introgression pour un caractère monofactoriel

L'étude de la disjonction d'un caractère monofactoriel récessif nous a permis tout d'abord de confirmer l'existence de cette disparition sélective des gamètes F_1 et de calculer, dans ce cas particulier, l'importance de la sélection, c'est-à-dire du barrage opposé à l'introgression (1) dans le recroisement par *Lolium perenne*.

Utilisant un caractère de coloration rouge de la base des plantes commandé par les facteurs complémentaires dominants CR, JENKIN (1955) avait déjà réalisé des F_1 *Lolium perenne* × *Festuca pratensis* de formule C*c*RR et CCR*r* où les deux gènes dominants proviennent de *Festuca pratensis*. A partir du recroisement par des *Lolium perenne* homozygotes récessifs pour le couple hétérozygote de la F_1, dix plantes R_1 ont été obtenues dont deux seulement présentaient le caractère de coloration correspondant à la présence dans le génotype du facteur dominant d'origine *Festuca*. Nous avons cependant pu vérifier que cette proportion d'individus ayant reçu le gène dominant de *Festuca* n'est pas significativement différente de la proportion théorique (1 : 1). Le test χ^2 indique en effet une probabilité d'homogénéité des fréquences théorique et observée comprise entre 0,05 et 0,10.

(1) *Introgression* : « ... gradual infiltration of the germ plasm of one species into that of another » (ANDERSON, 1938, 1949)

Nous avons donc repris cette observation en utilisant un facteur d'albinisme présent dans une de nos souches *Lolium* de départ. L'autofécondation stricte de cette souche S 52 a permis d'obtenir 80 plantes dont 60 normales (a^+) et 20 albinos (a) (soit, au cours d'années successives 4 et 2, 15 et 4, 41 et 14) proportions théoriques parfaites d'une disjonction monofactorielle.

En isolement strict, l'hybride F_1 LF 16 recroisé par son parent femelle S 52 a donné 7 (a^+) et 12 (a) pour un total de 19 plantes R_1. L'existence chez LF 16 du génotype aa^+ est ainsi démontrée mais les proportions disjonctionnelles observées ne correspondent plus aux proportions théoriques attendues qui seraient 14,25 (a^+) et 4,75 (a) dans l'hypothèse de disjonction 3 : 1. Le test de conformité aboutit à un χ^2 de 14,78 pour un degré de liberté, soit une probabilité d'accord inférieure à 0,01. La proportion observée de plantes albinos est nettement trop importante. Par contre, les résultats de cette disjonction sont parfaitement compatibles avec les proportions théoriques 1 : 1 tirées de l'hypothèse d'une élimination totale des gamètes femelles a^+ : le χ^2 obtenu est de 1,315 et correspond à une probabilité comprise entre 0,20 et 0,30 .Cette hypothèse sera reprise et discutée plus loin.

En raison de la nécessité d'obtenir un nombre de plantes plus important, et compte tenu de la forte stérilité des plantes F_1, nous avons alors réalisé (1954-1955) un isolement en plein champ des deux géniteurs LF 16 ♀ et S 52 ⚥ en lignes alternées. Les disjonctions recueillies dans la descendance de chacun d'eux sont indiquées ci-dessous comparativement avec les valeurs théoriques correspondantes obtenues selon l'hypothèse 3 : 1.

♀ LF 16	— valeurs observées	118 (a^+) + 98	(a) =	216	probabilité < 0,01
	— valeurs théoriques	162 (a^+) + 54	(a) =	216	
♀ S 52	— valeurs observées	73 (a^+) + 8	(a) =	81	probabilité < 0,01
	— valeurs théoriques	60,75 (a^+) + 20,25	(a) =	81	

Quelle interprétation peut-on donner de ces résultats ?

En ce qui concerne S 52, la réduction de fréquence des albinos met en évidence un apport sensible de pollen étranger chez lequel la probabilité de rencontrer le gène a est négligeable. Dans les conditions naturelles où se trouvait cet isolement, malgré les précautions prises pour éviter la proximité d'une source de pollen étranger, cet apport est pratiquement inéluctable en raison de l'abondance des représentants de l'espèce et de l'anémophilie du pollen. En se basant sur la limite inférieure des écarts à la valeur théorique au seuil de probabilité 0,05 du χ^2, on peut établir une proportion minimum de pollen étranger de 0,23, la proportion la plus probable étant de 0,60.

Les descendants de LF 16, par contre, présentent un excès important de plantes albinos par rapport aux proportions théoriques 3 : 1 : le test d'homogénéité donne une probabilité d'accord très nettement inférieure à 0,01, et une correction tenant compte de la présence d'une proportion quelconque de pollen étranger ne ferait qu'accentuer cet écart.

La comparaison des résultats observés avec une distribution 1 : 1 donne par contre un accord satisfaisant ($\chi^2 = 1{,}85$, correspondant à une probabilité comprise entre 0,10 et 0,20). Or, cette répartition 1 : 1 déjà observée dans le cas du recroisement strictement contrôlé, correspond à la limite supérieure possible de fréquence des albinos. Et ici encore, toute correction supposant une réduction de la proportion de pollen a entraîne une réduction de la probabilité d'accord. Ainsi la présence de

23 p. 100 de pollen étranger, proportion minimum admise pour la descendance de S 52, réduit cette probabilité à une valeur comprise entre 0,05 et 0,02. Or, comme nous n'envisageons pas d'autre alternative que les disjonctions 3 : 1 ou 1 : 1 il faut admettre que les plantes du clone LF 16 n'ont pu être pollinisées que par une proportion négligeable de pollen étranger,ce qui peut être aisément justifié.

LF 16 et S 52 ont en effet fleuri à la même date et les heures d'anthèse de *Lolium perenne* et des hybrides F_1 sont les mêmes ,situées généralement entre 10 et 13 heures GMT. Les deux clones étant de plus représentés par une alternance de deux lignes de LF 16 et d'une ligne de S 52, il en résulte que la quantité de pollen disponible pour la pollinisation de LF 16 existait en suffisance et, de plus, nous n'avons pas pu mettre en évidence par ailleurs une incompatibilité quelconque entre les plantes F_1 et leurs géniteurs directs.

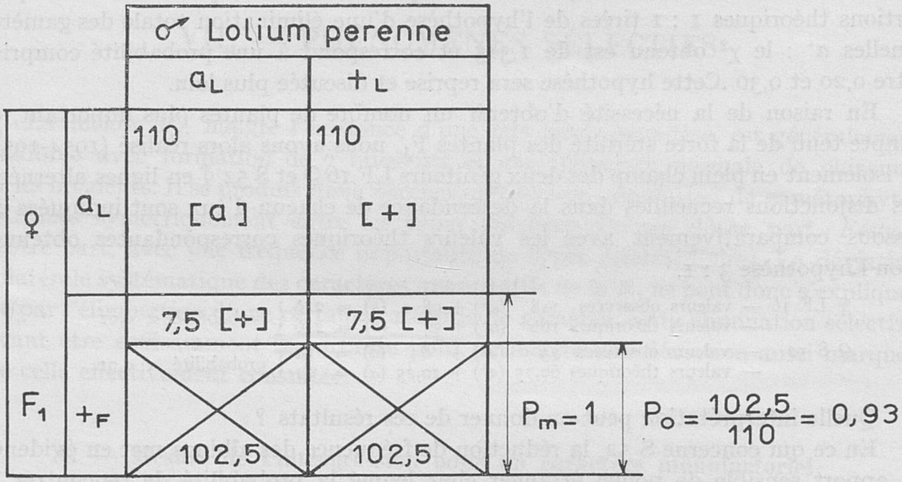


FIG. 47. — *Représentation schématique de l'interprétation des disjonctions observées dans le recroisement de l'hybride F_1 LF 16 par son géniteur ♀* Lolium perenne S 52, *hétérozygotes pour un caractère d'albinisme monofactoriel. P_m = pression de sélection maximum. Po = pression de sélection observée.*

Par contre, en raison de la très forte auto-incompatibilité de S 52, la quasi-totalité de ses fleurs demeurait disponible vis-à-vis d'un pollen *Lolium* étranger, ce qui explique l'importance prise par ce dernier dans la paternité des rares descendants obtenus, bien que sa proportion réelle dans le nuage pollinique au niveau de la parcelle d'isolement ait été certainement infime.

Ayant jugé satisfaisant l'accord des deux disjonctions exprimées par les descendances LF 16 × S 52 avec l'hypothèse 1 : 1, nous avons vérifié l'homogénéité des deux distributions entre elles et obtenu une valeur de χ^2 de 2,22, correspondant à une probabilité comprise entre 0,10 et 0,20. La totalisation de ces résultats est donc justifiée et correspond à

$$125\ (a^+) + 110\ (a) = 235$$

Comment peut se justifier l'accord de cette disjonction avec l'hypothèse 1 : 1 ?

Nous savons que le pollen issu de S 52, en ce qui concerne le caractère d'albinisme étudié, renferme soit le gène a_L (*a* issu de *Lolium*), soit le gène a_L^+ en proportions égales. Par conséquent, il faudrait admettre que tous les ovules de LF 16 donnant naissance

à une plante sont uniquement de type a_L, les gamètes ♀ a_F^+ (a^+ issu de *Festuca*) se trouvant éliminés. Cette hypothèse, qui s'accorde globalement avec les résultats obtenus précédemment dans l'étude de l'ensemble des caractères de la R_1 (gamètes ♀ F_1 de type *Lolium*) et des fertilités F_1 qui sont extrêmement réduites, doit cependant être acceptée avec une légère restriction. En effet, si le barrage opposé au gène a_F^+ était total, tous les descendants non albinos du croisement devraient être hétérozygotes a_L^+ a_L ; or, sur 21 plantes LF 16 × S 52 contrôlées, 20 se sont révélées effectivement hétérozygotes pour le caractère d'albinisme et une était parfaitement homozygote a^+ a^+. Ce qui correspond à la transmission du gène a_F^+ par les gamètes ♀ F_1 dans une proportion de 4,75 p. 100.

Il faut donc admettre que la disjonction observée correspond à la meilleure image possible actuellement des processus sélectifs réalisés pour ce gène chez la F_1 entre la gamétogenèse ♀ et la germination des caryopses R_1. L'interprétation de cette disjonction peut donc être représentée par le schéma suivant (fig. 47).

Nous obtenons donc pour ce caractère une pression de sélection Po = 0,93, ce qui signifie que la descendance de l'hybride F_1 LF 16 recroisé par son parent *Lolium* renferme seulement, aux erreurs d'échantillonnage près, 6,3 p. 100 (soit 15/235) de gènes *Festuca* a_F^+ au lieu des 50 p. 100 attendus.

B. — Signification génétique des résultats du recroisement par Lolium

Dans le cas du recroisement de la première génération hybride par *Lolium perenne*, la réalité des phénomènes sélectifs ne peut être mise en doute en raison de la concordance des résultats obtenus : la disparition des caractères *Festuca* dans la R_1L se manifeste extrêmement nettement pour l'ensemble des caractères qualitatifs et quantitatifs étudiés et l'importance de la pression de sélection exercée a même pu être mesurée pour un caractère monofactoriel précis. Ajoutons à ceci que l'étude de descendances de R_1L autofécondées, étude que nous poursuivons actuellement, confirme la disparition chez la R_1L des caractères *Festuca* dans leur ensemble.

D'autre part, il est évident que les facteurs essentiels de cette mortalité sélective sont en nombre limité : en effet, si ne pouvaient survivre que les combinaisons *purement « Lolium »*, on peut affirmer qu'en raison des échanges manifestées en méiose entre les chromosomes partenaires, la rareté de telles combinaisons entraînerait une stérilité F_1 de beaucoup supérieure à celle que l'on constate en réalité.

On est ainsi conduit à considérer grossièrement l'existence de deux catégories de facteurs héréditaires (gènes ou blocs de gènes) dans l'induction de cette mortalité sélective : des *facteurs indifférents* tels que peut l'être par exemple le gène d'albinisme étudié *supra*, et des *facteurs spécifiques de viabilité* en nombre limité. On peut en déduire qu'en raison des phénomènes de linkage, la pression de sélection s'exerçant sur chaque gène peut varier de 100 p. 100 pour les facteurs de viabilité proprement dits à 0 p. 100 pour les gènes indifférents situés à une distance suffisante du facteur d'incompatibilité le plus proche dans le même groupe de linkage, ou *a fortiori*, lorsque le groupe de linkage considéré ne renferme aucun facteur d'incompatibilité. Sous une autre forme, on peut dire que la pression sélective qui s'exerce sur chaque gène doit être extrêmement variable et qu'en conséquence, certains caractères *Festuca* doivent passer librement le barrage sexuel de la F_1. Puisque la R_1L correspond

à un retour quasi total au *Lolium*, les gènes « *libres* » ne comprennent aucun facteur différenciant fondamentalement les deux espèces, au moins sur le plan morphologique, ce qui revient à dire que *les facteurs « spécifiques » sont tous, directement ou par linkage, impliqués dans les phénomènes sélectifs*.

Ces facteurs de viabilité ne peuvent être conçus que comme les éléments d'un ensemble génique complexe dont l'intégrité conditionne la vie soit des cellules sexuelles (macro- ou microspores) soit des organismes qui en sont issus par la fécondation. C'est-à-dire que leur intervention peut se manifester avant ou après la fécondation. et que les désordres susceptibles d'intervenir à une période quelconque de la vie des individus appartiennent au même groupe de phénomènes. Ils ne diffèrent des autres gènes que par la gravité de leur manifestation dans le contexte supérieur que représente la survie de l'individu et de sa descendance. Dans les limites de l'espèce, l'équilibre de ces processus physiologiques fondamentaux ne peut être troublé que par la mutation génique ou chromosomique, une telle mutation pouvant être soit éliminée soit conservée, par le jeu de la sélection naturelle, de la mutation et du hasard. De toute façon l'espèce retrouve un équilibre qui est la condition même de son existence. Mais d'une espèce à une autre, l'infrastructure fondamentale peut varier et conditionne alors la réalisation, d'abord, des hybrides, leur devenir et celui de leur descendance, ensuite.

Dans le cas des espèces *Lolium perenne* et *Festuca pratensis*, il faut admettre que les infrastructures fondamentales sont qualitativement peu différentes ou tout au moins que l'équilibre final des deux systèmes est suffisamment analogue pour que ceux-ci puissent coopérer efficacement à l'édification d'individus F_1 viables et même parfaitement vigoureux. Mais l'existence de la forte stérilité qui caractérise ces hybrides suppose que les deux systèmes diffèrent par des modalités différentes de réalisation de leur équilibre, et peut-être aussi par une répartition différente de certains éléments majeurs du système sur les chromosomes.

C. — Les mécanismes sélectifs

1° Effet maternel de sélection gamétophytique

La déviation significative des caractères quantitatifs de la R_1F, comme de la R_1L, vers le type *Lolium* est une caractéristique extrêmement importante pour l'interprétation de la divergence des deux espèces parentes. En effet, de par les modalités de leur manifestation (Mather 1949) les caractères quantitatifs ont pu être reliés à l'existence causale de gènes très nombreux, à action individuelle faible et à effet cumulatif, distribués de façon plus ou moins homogène sur l'ensemble des chromosomes. Par conséquent, il est probable que la déviation unilatérale constatée dans les deux sens du recroisement de l'hybridation étudiée ici correspond à un processus d'ensemble affectant une certaine proportion des chromosomes représentés chez l'hybride F_1.

Or, si les phénomènes sélectifs dont l'existence a pu être mise en évidence *supra* résultaient seulement d'interactions géniques déséquilibrées à l'intérieur des gamétophytes ou des sporophytes, on devait observer une symétrie des résultats des recroisements par *Lolium* et *Festuca*. L'asymétrie constatée, correspondant à la *disparition des gamètes ♀ de type Festuca dans les deux sens du recroisement* doit donc provenir

d'une intervention extérieure aux structures nucléaires gamétophytiques ou sporophytiques. On peut alors envisager l'existence d'une interaction entre certaines propriétés du milieu intérieur maternel et certaines réactions géniques complémentaires des cellules gamétophytiques ou sporophytiques.

Ces propriétés du milieu intérieur maternel pourraient être indépendantes du génotype maternel et correspondre alors aux phénomènes d'*hérédité cytoplasmique* décrits dans un certain nombre de cas particuliers (cf. CASPARI 1948). Mais ce mécanisme suppose fondamentalement l'existence de différences entre hybrides réciproques. Or, d'après les premières observations que nous avons effectuées sur les hybrides F_1 *Festuca pratensis* ♀ × *Lolium perenne* ♂ et sur leurs descendants, le sens du croisement initial paraît sans répercussion sur les caractères observés.

Par contre, les déviations constatées pourraient s'expliquer par un processus analogue à ceux qui ont été supposés dans les cas de *prédétermination* ou d'*effet maternel.* Une substance maternelle d'origine génique transmise par le cytoplasme oriente unilatéralement le phénotype des descendants. L'exemple d'*Ephestia kühniella* (CASPARI 1936) a été particulièrement approfondi, la substance transmise ayant été déterminée. Mais on peut aussi rapprocher de ce mécanisme de pigmentation les phénomènes décrits chez *Limnea peregra* (sens d'enroulement de la coquille), *Bombyx mori* (forme des œufs), *Primula* (phénomènes d'auto-incompatibilité liés à l'hétérostylie.)

Une telle modalité d'action maternelle s'intègre parfaitement dans le cadre de nos observations en permettant de supposer qu'une intervention particulière des génotypes *Lolium* et *Festuca* juxtaposés dans l'hybride F_1 entraîne l'existence de réactions incompatibles avec la vie dans les gamétophytes de type *Festuca.*

Mais il est vraisemblable que cette intervention se superpose à une autre cause de mortalité gamétophytique plus répandue chez les hybrides interécospécifiques tels que *Primula floribunda* × *P. verticillata* (NEWTON et PELLEW 1929) ou *Galeopsis pubescens* × *G. speciosa* (MÜNTZING 1930). On a en effet admis de façon très générale comme l'a supposé PETO (*l. c.*) pour les hybrides *Lolium perenne* × *Festuca pratensis* que la stérilité de tels hybrides à méiose régulière résultait d'une répartition anarchique entre les gamétophytes des ensembles géniques parentaux (cf. STEBBINS 1947, DARLINGTON et MATHER 1949). Par suite des disjonctions aléatoires réalisées en méiose, la plupart des combinaisons gamétophytiques formées sont hybrides, très fortement déséquilibrées, et létales. La probabilité d'obtenir des combinaisons équilibrées, *a priori* identiques à celles des espèces parentes, est d'autant plus faible que le nombre de segments chromosomiques différentiels est plus grand.

2° ESTIMATION DU NOMBRE DE FACTEURS DE VIABILITÉ GAMÉTOPHYTIQUE DIFFÉRENTIELS

Il semble possible d'obtenir une estimation du nombre des facteurs sélectifs nucléaires mis en jeu dans le processus de sélection gamétophytique par l'étude comparée des fertilités hybrides aux niveaux 2n et 4n de la génération F_1. L'analyse suivante ne peut-être qu'une tentative d'approche, en raison de l'importance limitée des résultats acquis. La comparaison ne peut en effet s'appuyer que sur les données des deux hybrides LF 15 et LF 16, et devra ultérieurement, en raison notamment de la variation des fertilités polliniques, englober de nouveaux couples F_1 *2n-4n.*

Sur la base des hypothèses précédentes et *si la viabilité des microspores est conditionnée par l'existence d'une série complète de facteurs différentiels indépendants*, de l'une ou l'autre espèce, soit ABC... M,*abc*... *m*, on obtient au niveau diploïde les résultats donnés dans le tableau suivant :

Hybride 2*n*	Nbre de couples *m*	Catégories gamétophytiques	Viabilité qualitative	Viabilité quantitative
A*a*	1	A et *a*	+	100 %
A*a* B*b*	2	AB et *ab*	+	50 %
		A*b* et *a*B	—	
A*a* B*b* C*c*	3	ABC et *abc*	+	25 %
		AB*c* et *ab*C	—	
		A*b*C et *a*B*c*	—	
		*a*BC et A*bc*	—	

Les pourcentages de viabilité gamétophytique sont alors donnés par la formule $(1/2)^{m-1}$ et l'on obtient deux catégories de formules gamétophytiques viables : *Lolium* ou *Festuca* homogènes pour les facteurs différentiels.

Au niveau tétraploïde, dans les même conditions de viabilité gamétophytique, on obtient, pour un couple factoriel, les combinaisons suivantes :

$$\frac{1}{6}\ \mathrm{AA} \qquad \frac{4}{6}\ \mathrm{A}a \qquad \frac{1}{6}\ aa$$

Pour *m* couples les combinaisons viables issues des formules AA et *aa* du premier couple sont égales à

$$2 \times \frac{1}{6}\left(\frac{5}{6}\right)^{m-1}. \qquad \text{(I)}$$

Le nombre de combinaisons viables issues de la combinaison initiale A*a* est donné par le tableau suivant, en totalisant par colonne :

m =	1	2	3	4	etc...	
	$\frac{4}{6}$	$\times \frac{2}{6}$	$\times \frac{5}{6}$	$\times \frac{5}{6}$		
		$\times \frac{4}{6}$	$\times \frac{2}{6}$	$\times \frac{5}{6}$		
			$\times \frac{4}{6}$	$\times \frac{2}{6}$		
				$\times \frac{4}{6}$		
soit	$\frac{4}{6}$	$\frac{24}{36}$	$\frac{136}{216}$	$\frac{744}{1\,296}$	etc...	(II)

La somme des produits (I) et (II) permet d'obtenir les pourcentages de viabilité théorique des gamétophytes diploïdes suivant que 1, 2, 3,... *m* facteurs sont en jeu.

Dans ces conditions, les fertilités polliniques qu'on peut attendre aux niveaux 2*n* et 4*n* sont données, en fonction du nombre de facteurs en cause, dans le tableau suivant :

m =	1	2	3	4	5	6	7	8
F_1 2*n*	100	50	25	12,5	6,25	3,12	1,56	0,78
F_1 4*n*	100	94,4	86,1	76,7	67,2	58,2	49,9	24,6

Mais en raison des éliminations sélectives constatées *supra,* il convient d'ajouter aux conditions précédentes l'élimination d'une combinaison parentale. On aboutit ainsi au tableau définitif suivant :

$m =$	1	2	3	4	5	6	7	8
F_1 $2n$	50	25	12,5	6,25	3,12	1,56	0,78	0,39
F_1 $4n$	88,3	69,4	57,8	48,2	40,1	33,4	27,8	23,2

Nous pouvons comparer les couples de valeurs obtenus dans le dernier tableau aux fertilités polliniques moyennes établies sur l'ensemble des nos hybrides aux niveaux $2n$ et $4n$.

Au niveau $2n$, nous obtenons une moyenne générale de *0,92* et au niveau $4n$ cette moyenne passe à *32,5*. Rapportées au tableau des disjonctions théoriques, ces deux valeurs se correspondent très étroitement et se situent entre les fertilités théoriques obtenues dans les hypothèses de 6 et 7 facteurs. Un tel accord des fertilités observées peut n'être qu'une coïncidence mais semble cependant confirmer les hypothèses ayant servi de base aux calculs théoriques. Par ailleurs, il est intéressant de remarquer que ces résultats nous mettent en présence d'un nombre de facteurs indépendants proche du nombre haploïde des deux espèces parentes ($n = 7$) et qu'il lui reste inférieur ou égal. Une telle différenciation fondamentale aurait-elle affecté systématiquement *chacun* des chromosomes ? Existe-t-il une relation entre ces facteurs de nature indéterminée et les modifications responsables de la différenciation morphologique de *chacun* des chromosomes homologues des deux espèces ?

Cependant, en raison des fluctuations importantes constatées dans le relevé des fertilités polliniques de chaque plante, il serait prématuré de conclure de ces résultats à l'existence effective de 6 ou 7 facteurs tels que nous les avons envisagés. La présence constante, chez les individus appartenant aux espèces parentes, d'une proportion toujours sensible, parfois importante, de grains de pollen avortés permet de supposer que les fertilités polliniques relevées chez les hybrides sont inférieures dans l'ensemble aux valeurs théoriques correspondant à la disjonction des seuls facteurs différentiels supposés, d'autant plus que chez les tétraploïdes s'ajoute à ces causes de stérilité l'existence de disjonctions chromosomiques déséquilibrées reconnues depuis longtemps et dont nous avons montré ici l'importance. Si donc nous acceptons provisoirement les conclusions ici discutées, il est probable que le nombre des facteurs en jeu est en fait inférieur ou égal à 6 plutôt qu'à 7.

3e Deuxième conséquence des caractères de la R_1 : sélection sporophytique

Nous avons établi que, selon toute probabilité, les gamètes ♀ F_1 transmettent à la R_1F un certain nombre de caractères du parent *Festuca* qui n'existent pas dans la R_1L : disjonctions de caractères de type qualitatif à quoi nous devons ajouter un certain nombre de résultats (non introduits dans ce travail, parce qu'encore incomplets) acquis par l'autofécondation de plantes R_1L et qui montrent que la disparition dans cette génération de recroisement des caractères *Festuca* ne résulte pas d'un simple phénomène de récessivité. Il est donc nécessaire de supposer l'existence d'un deuxième processus sélectif, sporophytique celui-ci, qui se superpose au premier en effectuant un choix parmi les macrospores viables, au moment de la fécondation ou au cours du développement embryonnaire.

L'étude de la fertilité ♀ diploïde ou assimilée (cas de recroisements par *F. arundinacea*) des hybrides F_1 a montré l'existence d'une variation quantitative nette suivant que le recroisement est effectué par l'une ou l'autre des espèces parentes ou encore par *Festuca arundinacea.* Cette observation est déjà en elle-même une forte présomption de mortalité sélective des sporophytes formés mais il est remarquable que ces variations de fertilité prennent tout leur sens dans le cadre de l'ensemble des hypothèses jusqu'ici avancées.

Si l'on suppose que la viabilité des sporophytes issus de la pollinisation de la F_1 est liée à l'existence d'un équilibre entre certain facteurs, *différents* et *relativement indépendants* des facteurs de viabilité gamétophytique, la structure réalisée dans le gamète disjonctionnel devant être celle de l'espèce pollinisatrice, il est évident que la fréquence des gamètes F_1 en équilibre « *Festuca* » sera plus réduite que celle des gamètes en équilibre « *Lolium* » du fait même de la sélection gamétophytique préalable. Étant donné l'importance de cette sélection estimée d'après les fertilités polliniques, la sélection sporophytique doit faire intervenir un nombre de facteurs très limité pour ne pas entraîner une stérilité ♀ F_1 supérieure aux valeurs observées (cf. tableaux 12 et 20).

La fertilité relativement élevée des hybrides F_1 recroisés par *Festuca arundinacea* (chapitre V B3 et figure 46) correspondant à un masquage des déséquilibres sporophytiques par un apport mâle triploïde représenterait alors la quasi-totalité des ovules ayant franchi le cap de la sélection gamétophytique et peut être considérée comme une approximation de la fertilité ovulaire vraie.

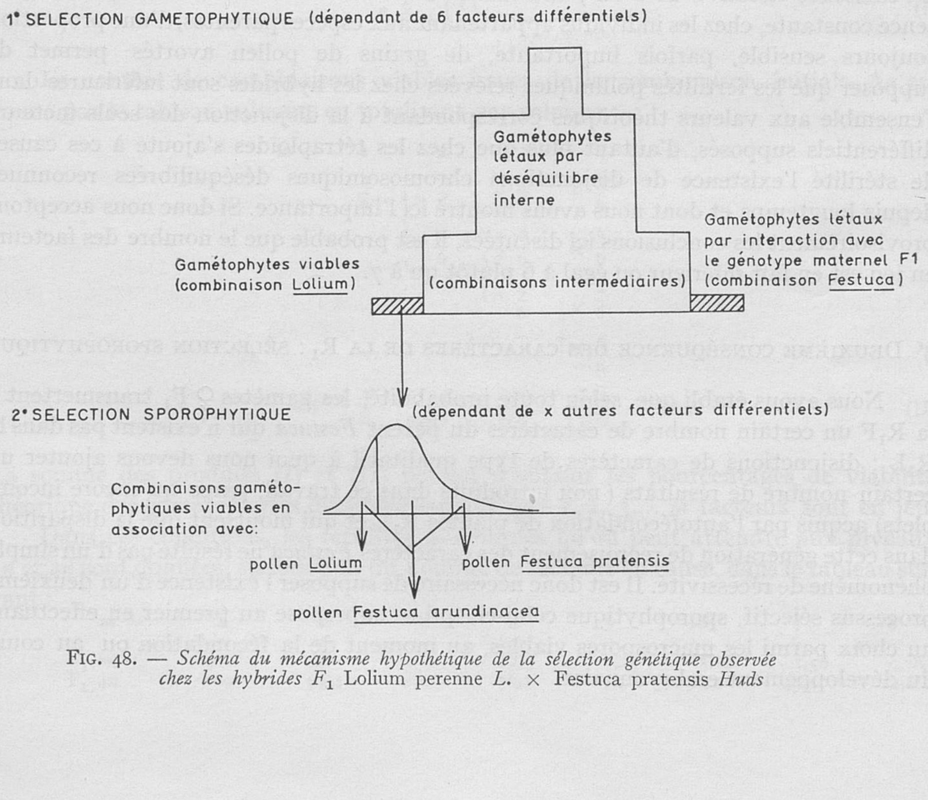


FIG. 48. — *Schéma du mécanisme hypothétique de la sélection génétique observée chez les hybrides F_1* Lolium perenne *L.* × Festuca pratensis *Huds*

4° Nous aboutissons ainsi à la représentation schématique de l'ensemble des phénomènes sélectifs que nous avons été conduit à postuler pour expliquer les caractères présentés par la génération de recroisement (fig. 48).

Nous avons admis que la viabilité gamétophytique était liée d'une part à la présence dans les gamétophytes F_1 haploïdes de 6 facteurs de viabilité *Lolium* indépendants, et d'autre part à l'existence d'un effet maternel entraînant la disparition de la catégorie *Festuca* correspondante. Les gamètes viables sont ensuite sélectionnés au niveau sporophytique en fonction de leur adaptation au complément haploïde du parent mâle : architecture *Lolium* en recroisement avec *Lolium*, architecture *Festuca* en recroisement par *Festuca pratensis*, architecture indifférente en recroisement par *Festuca arundinacea*. On notera qu'en conséquence de la sélection gamétophytique les gamètes viables de type *Lolium* sont plus fréquents que leurs homologues *Festuca*.

VIII. — RÉCAPITULATION ET CONCLUSION

A. — Rappel des principaux résultats

L'ensemble des résultats obtenus présente un certain nombre de caractéristiques remarquables dont la confrontation s'impose, en vue de la recherche d'une synthèse explicative, au moins provisoire.

1° Chromosomes

Les caryogrammes que nous avons établis montrent que si, dans les limites de la technique utilisée, on relève l'absence de différence morphologique entre certains chromosomes de la même espèce (*c* et *d* de *Lolium*, *e*, *f* et *g* de *Festuca*), il est cependant possible d'identifier chez l'hybride F_1 chacun des apports parentaux. L'hétéromorphisme des chromosomes des deux espèces est donc important et cependant, comme l'avait déjà montré Peto, l'appariement des deux génomes est parfaitement satisfaisant. Toutefois se manifeste chez l'hybride une très légère asyndèse, statistiquement significative, qui entraîne la formation de trisomiques en R_1 et ne semble pas, d'après la seule analyse des méioses amphidiploïdes, correspondre à une hybridité structurale cryptique. La méiose $4n$ est en effet celle d'un autotétraploïde, sans appariements préférentiels décelables, avec conservation de la faible asyndèse des F_1 diploïdes.

La constance des ponts d'inversion semblerait indiquer l'existence d'une petite inversion différentielle fondamentale entre les deux espèces, mais la fréquence de ces remaniements à l'intérieur des espèces parentes leur retire ici toute signification particulière. L'observation d'anomalies liées à une mauvaise terminalisation paraît avoir une importance plus grande. Ces anomalies pourraient en effet révéler la présence de segments différentiels dans le voisinage immédiat du centromère d'un nombre de chromosomes encore indéterminé. Ces arrêts de terminalisation peuvent entraîner des ruptures chromosomiques et l'apparition de fragments en R_1.

Il faut aussi remarquer que les plantes F_1 forment régulièrement des ovules non réduits donnant naissance, en proportion plus importante chez la R_1L que chez la R_1F, à des plantes triploïdes.

2° Fertilités

Nos résultats confirment ceux déjà signalés par les auteurs ayant abordé le sujet (notamment Jenkin et Reusch déjà cités). Les plantes F_1 présentent une fertilité mâle et femelle extrêmement réduite, cette dernière se trouvant de plus modifiée par l'espèce pollinisatrice : plus élevée par *Lolium perenne* que par *Festuca pratensis* et plus importante encore par l'espèce hexaploïde *Festuca arundinacea*. Le doublement chromosomique de la F_1 entraîne un relèvement sensible de la fertilité.

La R_1L manifeste un retour immédiat à la fertilité parentale, à quelques exceptions près, tandis que la R_1F présente une androstérilité identique à celle de la F_1 avec, en outre, apparition de plantes à étamines abortives. La fertilité femelle R_1F correspond à un grainage extrêmement variable d'une plante à l'autre, au plus égal à celui de la F_1, souvent nul, mais dans tous les cas la germination des caryopses obtenus en fécondation libre est presque nulle.

3° Caractères morphologiques et physiologiques

Nous avons approfondi la divergence morphologique des deux espèces parentes et classé les caractères différentiels observés en fonction de leur stabilité intra-spécifique et de leur valeur distinctive. Les hybrides F_1 sont intermédiaires entre les parents mais manifestent cependant la dominance de l'un ou l'autre parent pour certains caractères de type qualitatif (épis du *Lolium* mais plus ou moins ramifiés, présence des glumes inférieures de la Fétuque mais avec une distribution moins importante). Ce caractère de dominance partielle peut varier suivant les plantes F_1 pour certaines caractéristiques (aristation des fleurs et pédonculation des épillets). L'anthèse se produit le matin pour *Festuca pratensis*, vers midi pour *Lolium perenne* et la F_1.

La R_1L manifeste un retour immédiat au type *Lolium* (parent récurrent) avec toutefois expression de certains caractères *Festuca* : morphologiques (longueur des baguettes, longueur des glumes supérieures, ramification des épis) et physiologiques (résistance au froid, aux maladies et à la sécheresse).

Par contre, la R_1F est extrêmement variable morphologiquement : fréquemment de type F_1 (les 3 caractères quantitatifs étudiés n'en différant pas significativement) elle peut manifester un retour complet à *l'un ou l'autre* des parents. Physiologiquement cette génération de recroisement est extrêmement déséquilibrée : outre sa stérilité quasi totale et la présence d'une certaine proportion de plantes très faibles, sa résistance au froid et à la sécheresse paraît très réduite ; on y observe une asyndèse qui peut être importante, ainsi qu'une inhibition relativement fréquente des processus d'induction à la floraison. Seule la résistance à *Puccinia*, issue de *Festuca*, paraît très généralement conservée. Cette génération de recroisement par *Festuca* est donc essentiellement variable et déséquilibrée.

B. — Les interprétations

L'examen des disjonctions de caractères morphologiques dans la génération de recroisement nous a conduit à admettre l'existence de deux processus sélectifs successifs correspondant à un double filtrage des gamétophytes formés par la F_1 (figure 48).

Dans le cas des recroisements par *Lolium* les deux processus se renforcent mutuellement en provoquant une élimination massive des caractères *Festuca* et entraînent de ce fait un retour immédiat au type *Lolium*. La persistance de certains indices du croisement initial n'altère pas l'équilibre fondamental des plantes, l'homozygotie étant acquise pour les facteurs de viabilité gamétophytiques et sporophytiques.

Dans le cas des recroisements par *Festuca*, les deux processus sélectifs se contrarient, le deuxième triant dans le sens « *Festuca* » une population de gamètes préalablement sélectionnée dans le sens « *Lolium* ». Il résulte de ces processus contradictoires que les individus R_1F sont hétérozygotes pour les facteurs de sélection gamétophytique et un certain nombre de gènes introduits par linkage à la suite de ceux-ci. D'où un déséquilibre fondamental, constant et équivalent à celui de la F_1 pour ce qui est de la viabilité des gamétophytes, variable entre individus pour ce qui est des réactions physiologiques à la base de mécanismes délicats tels que la méiose, l'induction des organes reproducteurs et de façon plus générale, la vigueur. L'homozygotie des facteurs intervenant dans la viabilité sporophytique devrait par contre entraîner une augmentation de la fertilité femelle au moins en ce qui concerne les recroisements par *Festuca pratensis* ; or nous observons en fait, en fécondation libre, une réduction de cette fertilité pouvant aller jusqu'à la suppression totale. La poursuite de ce travail devra tenir compte de ce désaccord pour tenter de l'élucider.

La relation entre ces phénomènes sélectifs et la structure chromosomique est encore problématique. L'opposition constatée entre la possibilité de différencier morphologiquement *tous* les chromosomes des deux espèces et l'existence d'un appariement méiotique satisfaisant demande une analyse supplémentaire. Cependant nous avons interprété cette situation par l'existence de remaniements responsables de la différenciation morphologique situés de telle sorte que leur présence n'entraîne qu'une réduction négligeable des appariements et ne puisse se traduire par un appariement préférentiel au niveau $4n$. Jointes à l'existence de ponts de chromatine particuliers en anaphase hétérotypique, ces conditions se trouvent respectées par une localisation centromérique de ces segments, sous la condition d'un appariement primaire indéterminé ou distal.

On pourrait alors supposer qu'en raison de l'absence de crossing-over à leur niveau, ces *segments* différentiels se comportent comme les *unités* fondamentales de séparation sexuelle des deux espèces. Cette barrière sexuelle serait non pas liée à l'existence de gènes majeurs « spécifiques » responsables de la réalisation de structures vitales essentielles, mais plutôt due à ces ensembles géniques indissociables œuvrant solidairement soit dans le sens « *Lolium* » soit dans le sens « *Festuca* ». Nous retrouvons ici la notion de super-gènes introduite par DARLINGTON et MATHER (1949) et l'exemple classique des Œnothères où la différenciation spécifique s'est

concentrée dans la partie médiane des chromosomes mais où l'adjonction de translocations réciproques permet d'éviter, par la régularisation disjonctionnelle qu'elles introduisent, une mortalité gamétophytique et sporophytique considérable.

C. — Conclusion

La position relative de *Lolium perenne* L. et *Festuca pratensis* Huds. dans leur contexte évolutif paraît assez nettement définie.

Il est incontestable que ces deux groupes de plantes fréquemment sympatriques sont séparés par une barrière d'isolement extrêmement efficace dont les composantes se situent sur quatre plans différents.

1º Le décalage des heures d'anthèse est une première cause de séparation sexuelle. La floraison matinale de *Festuca pratensis* la met à l'abri des pollinisations par *Lolium perenne* qui ne commence à fleurir que 3 à 4 heures plus tard. Il semble que la pollinisation de *Lolium* par *Festuca* soit plus probable que l'inverse en raison de l'ordre de succession qui peut permettre à du pollen *Festuca* transporté par le vent d'atteindre des stigmates de *Lolium* encore vierges du pollen de leur propre espèce. Rappelons à ce sujet que ces deux espèces sont anémophiles et auto-incompatibles.

2º Lorsque le premier barrage a été franchi, c'est-à-dire lorsque la pollinisation interspécifique a pu se produire, certains phénomènes d'incompatibilité atteignant soit la croissance du tube pollinique dans le pistil, soit le développement associé de l'embryon et de l'albumen comme l'a montré Reusch (1959*b*), entraînent une probabilité très faible d'aboutissement des processus de fécondation et de maturation normale des caryopses. Nos propres résultats correspondent en effet, *en l'absence de toute compétition pollinique,* à des fertilités du croisement initial de 3 plantes F_1 pour 1 000 fleurs fécondables chez *Lolium* ♀, de 0,75 plantes F_1 pour 1 000 fleurs fécondables chez *Festuca* ♀, soit 0,54 et 0,14 p. 100 des témoins *Lolium* ou *Festuca* en pollinisation intra-spécifique. Reusch (1959*a*) a cependant pu montrer que certaines plantes *Lolium* présentaient une compatibilité inter-spécifique très forte, pouvant atteindre 25 plantes F_1 pour 100 fleurs fécondables, soit 45 p. 100 de nos témoins.

3º et 4º Les phénomènes de mortalité sélective gamétophytique et sporophytique entraînent finalement deux conséquences des plus importantes pour l'introgression réciproque des deux espèces étudiées. Tout d'abord une stérilité importante des hybrides F_1 aboutissant à la production de 1,56 et 0,97 plantes $2n$ pour 100 épillets par recroisement avec *Lolium perenne* et *Festuca pratensis* respectivement : soit 0,72 et 0,45 pour cent de la normale.

Ensuite une stérilité quasi totale des plantes issues du recroisement par *Festuca* et une disparition très importante des facteurs « *Festuca* », résultant des phénomènes sélectifs précédents, dans le recroisement inverse. Les caractères spécifiques transmis sont surtout d'ordre quantitatif et se trouvent vraisemblablement très rapidement dilués dans la population locale de *Lolium perenne*.

Les caractéristiques taxinomiques fondamentales des deux espèces sont probablement liées aux structures responsables des phénomènes sélectifs que nous avons étudiés et pourraient de cette façon se trouver écartées de toute possibilité d'échanges entre les deux espèces qui conservent ainsi leur faciès propre.

La fréquence naturelle d'apparition des hybrides est une donnée difficile à estimer. Les *Festuca loliacea* Curt. des flores peuvent être effectivement, comme l'a démontré JENKIN, des hybrides F_1 entre *Lolium perenne* et *Festuca pratensis*, mais nous pensons que ces hybrides naturels sont plutôt l'indice d'une hybridation locale et ne sont pas toujours les F_1 eux-mêmes. En effet, malgré leur stérilité, la vigueur habituelle des hybrides initiaux leur confère un certain avantage individuel en matière de compétition. L'aptitude de ces plantes à survivre et la vigueur de certains de leurs produits $3n$ peut rétablir dans une certaine mesure l'équilibre sélectif en leur faveur et permettre l'installation au voisinage de la F_1 originale d'une colonie R_1L qui expliquerait l'origine des « *Festuca loliacea* » triploïdes signalés par JENKIN (1955) et l'absence de conformité qu'il relève entre les descriptions des flores et les F_1 expérimentales (cf. chapitre III A, 1°).

Comme l'a souligné REUSCH (1959*a*), l'origine des hybrides F_1 naturels peut être rapportée à l'apparition de certains individus particulièrement compatibles avec l'autre espèce.

Sur un plan purement taxinomique, *Lolium perenne* L. et *Festuca pratensis* Huds. sont incontestablement de « bonnes espèces ». Selon la classification biosystématique de CLAUSEN, KECK et HIESEY (1945), elle correspondent parfaitement à la définition d'écospecies : « Species capable of a limited exchange of genes with one another », la restriction à l'échange de gènes étant ici particulièrement importante. D'après l'analyse de leurs caractères morphologiques, STEBBINS (1956) constate que *Lolium perenne* et *Festuca pratensis* se rassemblent davantage qu'ils ne ressemblent aux autres espèces de leur genre propre et conclut : « In my opinion therefore, the genus *Lolium* is merely a section of the large and diverse genus *Festuca* ».

Nous pensons personnellement que la répartition en deux genres différents est difficile à contester, ne serait-ce qu'en raison de l'absence de définition naturelle de cette entité. Mais il est exact que certaines homologies les rapprochent considérablement : outre la profonde ressemblance chromosomique que nous avons pu mettre en évidence, les épidermes sont absolument identiques (DAVIES 1959), de même que les teneurs qualitatives et quantitatives en glucides solubles (DE CUGNAC et BELVAL 1941, MC LEOD et MC CORQUODALE 1958) et les structures foliaires elles-mêmes sont fort peu différentes, de même que la forme des lodicules et des caryopses (STEBBINS 1956). Il en résulte que leur insertion dans deux tribus différentes (PRAT 1960) paraît excessive à moins de supposer que la, ou qu'une des charnières qui relient, en toute hypothèse, ces tribus, se trouve précisément au niveau même de *Lolium perenne* et de *Festuca pratensis*, et l'on peut, en l'absence d'un intermédiaire connu, les considérer comme dérivant l'une de l'autre. *Festuca pratensis* peut alors être considérée comme l'espèce primitive, notamment par sa panicule, *Lolium perenne* en dérivant par la transformation de l'inflorescence en épi. De même l'espèce vivace *Lolium perenne* peut être considérée comme primitive par rapport aux autres espèces du genre qui évoluent progressivement vers le mode de vie annuel, la progression se réalisant successivement par *L. italicum* Braun. et *L. multiflorum* Lamk. pour aboutir à *L. rigidum* Gaud. dont le caryoptype manifeste une nouvelle évolution. Les espèces *L. remotum* Schr. et *L. temulentum* L. qui forment un groupe à part, correspondent aux formes d'évolution maximum du genre avec leur mode de reproduction autogame et leur adaptation très stricte de plantes adventices (cf. ESSAD 1954).

Les possibilités actuelles d'évolution des deux espèces *Lolium perenne* et *Festuca*

pratensis peuvent être envisagées de deux points de vue. Sur le plan de l'évolution naturelle, il semble que l'introgression puisse se réaliser dans le sens *Festuca* → *Lolium,* avec une fréquence faible mais de toute façon supérieure au sens réciproque pour les trois raisons essentielles : heures relatives de floraison qui situent les hybrides F_1 dans la période d'anthèse de *Lolium,* fertilité différentielle des deux sens du recroisement et enfin stérilité extrême des R_1F par opposition à la fertilité des R_1L. Ceci tout au moins dans le sens du croisement initial que nous avons approfondi ici et qui semble le plus probable pour deux autres raisons : ordre de succession des périodes journalières d'anthèse des deux espèces et surtout fertilités différentielles des deux sens du croisement initial. Mais ces flux introgressifs sont rares et nous avons montré que le taux d'introgression est de toute façon très faible, mais il serait encore prématuré de juger de ses conséquences possibles.

Sur le plan de l'évolution dirigée par l'Homme, évolution qui peut être infiniment plus rapide en raison de la possibilité de supprimer tous les effets de compétition gênants, il est surtout très important de connaître qualitativement l'importance des modifications physiologiques induites par ces transferts. Le problème qui se pose au sélectionneur est en effet essentiellement de savoir si tel caractère économiquement utile peut être transféré d'une espèce à une autre espèce déficiente à cet égard. La fréquence d'apparition des hybrides F_1, de même que la fréquence d'apparition du caractère recherché dans la descendance hybride est d'un intérêt secondaire qui ne concerne que la nature et l'importance des moyens à mettre en œuvre. Dans le cas particulier qui nous occupe, le problème pratique est l'introduction chez *Lolium perenne* des caractères de résistance relative à la sécheresse d'une part et de résistance aux rouilles d'autre part. *A priori,* les caractères des deux groupes de descendants correspondant aux recroisements réciproques sont favorables en ce sens que le retour au type *Festuca* est seul à correspondre à une stérilité quasi totale. Par contre, le retour au type *Lolium* est tellement rapide qu'on peut craindre la disparition totale des caracrères *Festuca* recherchés. En fait, les résultats obtenus à ce sujet permettent d'espérer un aboutissement positif autorisé par un linkage très fort mais non absolu du ou des gènes de résistance à *Puccinia* et d'un des facteurs sélectifs *Festuca,* ainsi qu'à une distribution polygénique du caractère de résistance à la sécheresse qui pourrait ainsi passer, au moins partiellement, dans la descendance du croisement par ailleurs de type purement *Lolium.*

Outre leur intérêt sur le plan fondamental de l'Évolution, l'approfondissement des recherches concernant la divergence de *Lolium perenne* et *Festuca pratensis* devrait permettre une meilleure utilisation pratique des ressources complémentaires offertes par ces deux espèces. Le présent travail a tenté de dégager un fil conducteur pour retrouver les éléments de la séparation des deux espèces en apportant d'abord de nouveaux matériaux à l'ensemble des faits déjà connus, puis en reprenant cet ensemble brut afin de mettre en place chacun des éléments du système, dégageant ainsi une certaine image des relations actuelles de ces deux graminées diploïdes. Cette image n'est encore qu'une esquisse dont certains traits pourront être modifiés ou précisés en fonction de nouvelles études portant notamment sur un échantillonnage plus abondant que celui étudié ici, nécessairement restreint, pour aboutir, dans un avenir que nous espérons proche, à une représentation solide des phénomènes évolutifs qui ont marqué ce fragment de l'ensemble complexe et particulièrement important que constituent les Graminées.

RÉSUMÉ

En vue d'approfondir les relations génétiques qui unissent les espèces *Lolium perenne L.* et *Festuca pratensis* Huds. dans le cadre d'un objectif pratique d'amélioration des plantes, les recherches présentées ici comportent dans un ordre de dépendance successive, trois parties essentielles :

1° Mise en évidence de caractères parentaux différentiels sur les plans morphologique, anatomique et chromosomique.

2° Analyse de la première génération de recroisement par *Lolium* (R_1L) et par *Festuca* (R_1F) portant sur les anomalies génétiques, chromosomiques, physiologiques et reproductrices.

3° Interprétation des phénomènes observés.

Nous avons ainsi été amené à conclure à l'existence de phénomènes sélectifs très importants, peut-être liés à une différenciation chromosomique sans répercussion majeure sur le comportement méiotique des hybrides, et entraînant une séparation sexuelle extrêmement forte de ces deux espèces dont la proximité phylétique paraît très étroite.

SUMMARY

In the outline of a practical breeding work and in order to study more closely the genetical relations between the species *Lolium perenne* L. and *Festuca pratensis* Huds., some additional studies were undertaken on three essential points :

1° Set up of differential parental characters from morphological, anatomical and chromosomal points of view.

2° Study of the genetical, chromosomal, physiological and breeding abnormalities occurringin the first generation of back-crossing the interspecific hybrids to *Lolium* (R_1L) and *Festuca* (R_1F).

3° Interpretation of the observed phenomena.

Thus we have been conducted to admit the existence of wide selective phenomenon perhaps related to a chromosomal differentiation which has no important consequences on the meiotic behaviour of the hybrids. This selection establishes an important sexual barrier between both species, the phyletic relations of which seem to be very strong.

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Untersuchungen der genetischen beziehungen, die die Spezies *Lolium perenne* L. und *Festuca pratensis* Huds. im Rahmen der Pflanzenzüchtung verbinden, können in drei Hauptpunkten zusammengefasst werden :

1° Klarstellung der morphologischen, anatomischen und chromosomischen Verschiedenheit der Elternmerkmale.

2° Analyse der ersten Rückkreuzungsgeneration mit *Lolium* (R_1L) und *Festuca* (R_1F) auf genetische, chromosomische, physiologische und sexuelle Abnormitäten

3° Interpretation der beobachteten Erscheinungen.

So kommen wir auf die Existenz sehr wichtiger selektiver Phänomene schliessen, die vielleicht an eine chromosomische Differenzierung ohne grössere Rückwirkung auf die Meiosis der Hybriden gebunden sind, und ausserdem eine starke sexuelle Trennung dieser beiden Spezies, deren phyletische Verwandschaft ausserdem sehr eng erscheint.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDERSON E., 1949. *Introgressive hybridization.* New York, J. Wiley and Sons, 109 p.

BACH D., 1944. Cours de botanique générale. T. I. Paris, Tournier et Constans.

BEADLE G. W., 1930. Genetical and cytological studies of mendelian asynapsis in *Zea Mays. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta., Memoir* **129**, 23 p.

BEADLE G. W., 1933. Further studies of asynaptic maize. *Cytologia,* **4**, 269-287.

CASPARI E., 1948. Cytoplasmic inheritance. *Adv. in genetics,* **1**, 1-66.

CLAUSEN J., KECK D. D. et HIESEY W. M., 1945. Experimental studies on the nature of species. II. Plant evolution through amphiploidy and autoploidy with examples from the Madiinae. *Publ. Carnegie Inst. Washington,* nº 564, 174 p.

CROWDER L. V., 1953. Interspecific and intergeneric hybrids of *Festuca* and *Lolium*. *J. Hered.*, **44**, 195-203.

de CUGNAC A. et BELVAL H., 1941. Recherches phylétiques sur le genre *Bromus*. IX. Glucides et affinités des Bromes et des Fétuques. *Bull. Soc. Bot. France,* **88**, 402-410.

DARLINGTON C. D., 1929. Chromosome behaviour and structural hybridity in the *Tradescantiae*. *J. Genet.*, **21**, 207-286.

DARLINGTON C. D., 1931. The cytological theory of inheritance in *Oenothera*. *J. Genet.*, **24**, 405-474.

DARLINGTON C. D., 1937 *a*. *Recent advances in cytology*. London, Churchill Ed., 2ᵉ éd., 671 p.

DARLINGTON C. D., 1937 *b*. Chromosome behaviour and structural hybridity in the *Tradescantiae*. II. *J. Genet.*, **35**, 259-280.

DARLINGTON C. D., 1941. Polyploidy, crossing-over and heterochromatin in *Paris*. *Ann. Bot.*, n. s., **5**, 203-216.

DARLINGTON C. D. et LA COUR L. F., 1947. *The handling of chromosomes*. G. Allen and Unwin Ltd., London, 180 p, 2ᵉ éd.

DARLINGTON C. D. et MATHER K., 1949. *The elements of genetics*. London, G. Allen and Unwin Ltd., 446 p.

DAVIES I., 1959. The use of epidermal characteristics for the identification of grasses in the leafy stage. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **14**, 7-16.

DOBZHANSKY T., 1941. *Genetics and the origin of species*. New York, Columbia Univ. Press, 446 p.

DUVAL-JOUVE J., 1875. Histotaxie des feuilles de Graminées. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, n. s., **1**, 294-371.

ESSAD S., 1954. Contribution à la systématique du genre *Lolium*. *Ann. Amélior. Plantes,* **4**, 325-351.

ESSAD S., 1956. Analyse cytogénétique de deux amphidiploïdes *Lolium perenne* L. × *Festuca pratensis* Huds. *C. R. Acad. Sci.*, **243**, 670-672.

ESSAD S., 1957. La polyploïdie et ses aspects évolutifs en relation avec l'amélioration des plantes. *Ann. Amélior. Plantes,* **7**, 199-226.

ESSAD S., 1961. Les possibilités évolutives de l'hybridation *Lolium perenne* L. × *Festuca pratensis* Huds. *Ann. Génét.*, **2**, 41-46.

FAVORSKII N. V., 1927. Vergleichende karyologische Untersuchung einiger Arten von *Lolium*. *Planta* **3**, 282-291.

GATES R. R., 1942. Nucleoli and related nuclear structures. *Bot. Rev.*, **8**, 337-409.

GRANT V., 1952. Cytology of the hybrids *Gilia millefolia* × *G. achilleafolia*. I. Variations in meiosis and polyploidy rate as affected by nutritional and genetic conditions. *Chromosoma,* **5**, 372-390.

HACKEL E., 1881. *Monographia Festucarum europearum*. Paris.

HERTZSCH W., 1960. Kreuzungen innerhalb der Gattung *Festuca* und zwischen den Gattungen *Festuca* und *Lolium*. B. Kreuzungen von di- und tetraploidem *Festuca pratensis* mit *Festuca arundinacea* und *Festuca rubra* und von di- und tetraploidem *Festuca pratensis, Festuca arundinacea* und *Festuca rubra* mit *di-* und tetraploidem *Lolium perenne* und *Lolium multiflorum*. *Z. für Pflanzenz.*, **44**, 301-318.

HSIEH S. C. et OKA H. I., 1958. Cytological studies of sterility in hybrids between distantly related varieties of rice, *Oryza sativa*. *Jap. J. Genet.*, **33**, 73-80.

HUSNOT T., 1896-1899. *Graminées*. Husnot T. éd.

HYDE B. B., et PALIWAL R. L., 1958. Studies on the role of cations in the structure and behavior of plant chromosomes. *Amer. J. Bot.*, **45**, 433-438.

JENKIN T. J., 1933. Interspecific and intergeneric hybrids in herbage grasses. I. Initial crosses. *J. Genet.*, **28**, 205-264.

JENKIN T. J., 1955. Interspecific and intergeneric hybrids in herbage grasses. XVI. *Lolium perenne* and *Festuca pratensis* with references to *Festuca loliacea*. *J. Genet.*, **53**, 379-441.

JOHNSON L. P. S., 1938. Hybridation of *Triticum* and *Agropyrum*. IV. Further crossing results and studies on the F_1 hybrids. *Can. J. Res.*, **16**, 417-444.

KAGAWA F., 1929. A study of the phylogeny of some species in *Triticum* and *Aegilops*, based upon the comparison of the chromosomes. *J. Coll. Agric. Tokyo,* **10**, 173-228.

McKEY J., 1954. Neutron and X-Ray experiments in wheat and a revision of the speltoid problem. *Hereditas,* **40**, 65-180.

KNOLL J., 1929. Künstliche Kreuzung von Gräsern und die Erkennung von Gräserbastarden an der Anatomie ihres Blattquerschnittes. *Pflanzenbau,* **5**, 250-255.

KOLLER P. C. et DARLINGTON C. D., 1934. The genetical and mechanical properties of the sex chromosomes. I. *Rattus norvegicus* ♂. *J. Genet.*, **29**, 159-173.

LAMM R., 1936. Cytological studies in inbred rye. *Hereditas,* **22**, 217-240.

LARTER L. N. H., 1932. Chromosome variation and behaviour in *Ranunculus* L. *J. Genet.*, **26**, 255-283.

McLEAN R. C. et COOK W. R., 1941. *Plant Science Formulae*. London, McMillan Co.

McLEOD A. M. et McCORQUODALE H., 1958. Trisaccharides of *Lolium* and *Festuca*. *Nature,* **172**, 815-816.

LEVAN A., 1942. Studies on the meiotic mechanism of haploid rye. *Hereditas,* **28**, 177-211.

MARQUARDT H., 1948. Das Verhalten röntgeninduzierter Vierringe mit grossen interstitiellen Segmenten bei *Oenothera Hookeri*. *Z. für Vererb.*, **82**, 415-429.

MATHER K., 1936. The determination of position in crossing-over. I. *Drosophila melanogaster*. *J. Genet.*, **33**, 207-235.

MATHER K., 1937. The determination of position in crossing-over. II. The chromosome length chiasma frequency relation. *Cytologia, Fujii Jub. vol.*, 514-526.

MATHER K., 1940. The determination of position in crossing-over. III. The evidence of metaphase chiasmata. *J. Genet.*, **39**, 205-223.

MÜNTZING A., 1930. Outlines to a genetic monograph of *Galeopsis Tetrahit*. *Hereditas*, **13**, 185-341.

MÜNTZING A., 1932. Cytogenetic investigations on synthetic *Galeopsis Tetrahit*. *Hereditas*, **15**, 105-154.

NAVASHIN M., 1934. Chromosome alterations caused by hybridization and their bearing upon certain general genetic problems. *Cytologia*, **5**, 169-203.

NEWTON W. C. F. et PELLEW C., 1929. *Primula kewensis* and its derivatives. *J. Genet.*, **20**, 405-466.

PATHAK G. N., 1940. Studies in the cytology of cereals. *J. Genet.*, **39**, 437-467.

PEE-LABY E., 1898. Etude anatomique de la feuille des Graminées de la France. *Ann. Sci. Nat., Bot.*, 8e série, **8**, 227-346.

PETO F. H., 1933. The cytology of certain intergeneric hybrids between *Festuca* and *Lolium*. *J. Genet.*, **28**, 113-156.

POOLE C. F., 1931. The interspecific hybrid *Crepis rubra* × *foetida* and some of its derivatives. *Univ. Calif. Publ. Agric. Sci.*, **6**, 169-200.

PRAT H., 1960. Vers une classification naturelle des Graminées. *Bull. Soc. Bot. France*, **107**, 32-79.

RAMAER H., 1935. Cytology of *Hevea*. *Genetica*, **17**, 193-236.

RANCKEN G., 1934. Zytologische Untersuchungen an einigen wirtschaftlich wertvollen Wiesengräsern, mit besonderer Berücksichtigunge von strukturellen Abweichungen in dem Chromosomenkomplement. *Acta Agral. Fennica*, **39**, 1-96.

REUSCH J. D. H., 1959 *a*. The nature of the genetic differentiation betwen *Lolium perenne* and *Festuca pratensis*. *South Afr. J. Agric. Sci.*, **2**, 271-283.

REUSCH J. D. H., 1959 *b*. Embryological studies on seed development in reciprocal crosses between *Lolium perenne* and *Festuca pratensis*. *South Afr. J. Agric. Sci.*, **2**, 429-445.

RILEY R. et CHAPMAN V., 1958. Genetic control of the cytologically diploid behaviour of hexaploid wheat. *Nature*, **182**, 713-715.

RILEY R., CHAPMAN V. et KIMBER G., 1959. Genetic control of chromosome pairing in intergeneric hybrids with wheat. *Nature*, **183**, 1244-1246.

ROUY G., 1913. *Flore de France*. Tome XIV, E. Deyrolle, Paris.

SEARS E. R. et OKAMOTO M., 1958. Intergenomic chromosome relationships in hexaploid wheat. *Proc. Xth Intern. Congress Genet.*, **2**, p. 258.

SHARMAN B. C., 1942. Developmental anatomy of the shoot of *Zea Mays L.* *Ann. Bot.*, **6**, 245-282.

SOPER K., 1956. The developmental anatomy of perennial ray-grass (*Lolium perenne* L.). *N. Z. J. Sci. and Technol.*, A, **37**, 484-504.

STEBBINS G. L., 1945. The cytological analysis of species hybrids. *Bot. Rev.*, **11**, 463-486.

STEBBINS G. L., 1947. Types of polyploids : their classification and significance. *Adv. in Genet.*, **1**, 403-429.

STEBBINS G. L., 1950. *Variation and evolution in plants*. New York, Columbia Univ. Press, 643 p.

STEBBINS G. L., 1956. Taxonomy and the evolution of genera with special references to the family Gramineae. *Evolution*, **10**, 235-245.

TOGBY H. A., 1943. A cytological study of *Crepis fuliginosa*, *C. neglecta* and their F_1 hybrid, and its bearing on the mechanism of phylogenetic reduction in chromosome number. *J. Genet.*, **45**, 67-110.

UPCOTT M. B., 1940. The nature of tetraploidy in *Primula kewensis*. *J. Genet.*, **39**, 79-100.

WILSON J. Y., 1959 *a*. Chiasma frequency in relation to temperature. *Genetica*, **29**, 290-303.

WINKLER H., 1938. Ein interessanter Fund von wildwachsendem *Lolium perenne* L. nebst einem aus demselben erhaltenen, spontanen Bastard mit *Festuca pratensis* Huds. (= *F. loliacea* Curt.) in der Provinz Ångermanland in Nordschweden. *Avec appendice de* ÅKERBERG E. — The chromosome numbers in the hybrid and its parents. *Bot. Not.*, 440-457.

WIT F., 1959. Hybrids of ryegrasses and meadow fescue and their value for grass breeding. *Euphytica*, **8**, 1-12.

YAMAMOTO Y., 1934. Reifungsteilung bei einer asynaptische Pflanze von *Rumex acetosa* L. *Bot. and Zool.*, **2**, 1160-1168.

YAO S. Y., HENDERSON M. T. et JODON N. E., 1958. Cryptic structural hybridity as a probable cause of sterility in intervarietal hybrids of cultivated rice, *Oryza sativa* L. *Cytologia*, **23**, 46-55.

Le Directeur-Gérant : M. L. CAGNAC.

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand Cher, France. — 12-1962.

Dépôt légal : 4e trimestre 1962. *No d'impression :* 255